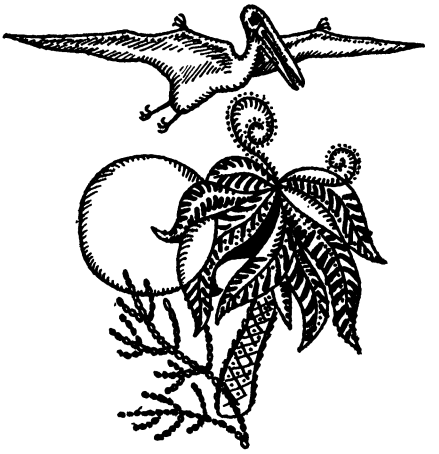
И. Б. ЛЮРИН, В. С. УТКИН

КАК РАЗВИВАЛАСЬ ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ

И. Б. ЛЮРИН, В. С. УТКИН

КАК РАЗВИВАЛАСЬ ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ



КИЕВ „РАДЯНСЬКА ШКОЛА“ 1986

28.0
Л94

Переведено по изданию: І. Б. Люрин, В. С. Уткін. Як розвивалося життя на Землі. Видання друге, К., «Радянська школа», 1983.

ЛЮРИН И. Б., УТКИН В. С. Как развивалась жизнь на Земле.—К.: Рад. шк., 1986.— 129 с., ил.— 50 к. 150 000 экз.

Книга знакомит читателя с историей развития жизни на Земле, рассказывает о растительном и животном мире различных геологических эпох. Эволюционный процесс органического мира описан по палеонтологическим эрам и периодам.

Рассчитана на учащихся общеобразовательной школы.

Перевела с украинского Е. В. Рыбалко.

Игорь Борисович Люрин, Владимир Сергеевич Уткин

Как развивалась жизнь на Земле

Зав. редакцией биологии и химии *Н. И. Зайченко.* Редактор *Л. Г. Кульчицкая.* Художеств. редактор *Н. Ф. Неварикаша.* Обложка художника *В. П. Лопарева.* Цветные вклейки и форзацы художника *И. И. Августиновича.* Иллюстрации художника *Н. А. Крысаченко.* Технич. редактор *Ц. Б. Федосихина.* Корректор *Н. П. Васенина.*

Информ. бланк № 5475

Сдано в набор 23. 01. 86. Подписано к печати 24. 06. 86. Формат 70×108/32. Бумага № 2 тип. Гарнитура литературная. Способ печати высокий. Условн. печат. лист 5,60+0,70 вкл. + 0,21 форз. Условн. кр.-отт. 9,48. Уч.-изд. лист 5,69+0,95 вкл. +0,3 форз. Тираж 150 000. Зак. № 604-6. Изд. № 38564. Цена 50 к.

Издательство «Радянська школа», 252053, Киев, Ю. Коцюбинского, 5.
Львовская книжная фабрика «Атлас», 290005, Львов-5, Зеленая, 20.

© Видавництво «Радянська школа», 1983;
© перевод на русский язык, издательство «Радянська школа», 1986.

Л $\frac{4802020000-415}{M210(04)-86}$ БЗ—13—27—86

ПРЕДИСЛОВИЕ

Нашу планету населяют тысячи видов растений и животных. Они различаются по форме, величине, образу жизни и являются компонентами различных экологических систем — биоценозов.

А каким был растительный и животный мир в минувшие геологические эпохи Земли? Как он развивался на протяжении веков, пока не принял современного вида?

Еще древние люди пытались выяснить, что собой представляют удивительные окаменевшие ракушки, отпечатки растений и животных, части скелетов, которые встречались на склонах оврагов, в долинах рек, в горных скалах, в пустынях. Их отличие от существовавших в то время организмов возбуждало воображение людей. В мифах, легендах, сказках они рассказывали о драконах и других чудовищах, якобы живших в незапамятные времена.

Человечество продолжительное время находилось под влиянием религии, утверждавшей, что все на Земле создано богом и что вся истина заключается в книгах «священного писания». В одной из них повествуется о том, что бог сотворил Землю и все на ней существующее в течение семи дней, а в другой,— что он за некие прегрешения людей решил наслать всемирный потоп и уничтожить все им созданное. Среди людей бог выбрал одного праведника — Ноя, велел ему построить корабль (ковчег) и взять на него «каждой твари по паре» с тем, чтобы после потопа было чем заселить Землю. Животные, не попавшие в ковчег,

погибли и были занесены песком и илом. О растениях в «писании» не говорилось.

Долгое время подобное объяснение происходивших на Земле изменений являлось господствующим. Но по мере развития человеческого общества развивалась и наука. Ученые установили, что на Земле обитает такое огромное количество различных видов животных, что если взять по паре каждого вида, то они не поместились бы ни в один ковчег. А в слоях земной коры были найдены остатки древних вымерших животных и растений. И чем глубже залегают слои, тем больше отличаются ископаемые от современных организмов.

Изучая древний органический мир по ископаемым остаткам, ученые пришли к выводу, что на протяжении многих миллионов лет истории Земли неоднократно менялись климат, атмосфера, очертания материков и океанов. В некоторых местах суша покрывалась ледниками. Тропические леса превращались в пустыни, а их, в свою очередь, заливало море. На равнинах возникали горы, которые постепенно разрушались и превращались в плоскогорья. Морское дно поднималось, появлялись участки суши. Эти изменения оказывали влияние на органический мир.

Историю развития жизни ученые разделили на сравнительно продолжительные отрезки времени— эры и периоды, каждый из которых характеризуется свойственным только ему растительным и животным миром. По костям, раковинам, отпечаткам воссоздавались внешний вид и строение древних животных. Возникла наука палеонтология. Наряду с ней развивалась палеоботаника— наука о древних растениях.

Постепенно ученые установили историю растительного и животного мира с древнейших времен до наших дней. Научные исследования показали: развитие жизни шло от простейших форм к более сложным, по разным направлениям, в зависимости от приспособления живых существ к окружающей среде; в развитии органического мира реша-

ющее значение имеют такие свойства живого, как наследственность, изменчивость, приспособляемость к условиям существования.

С появлением человека изменения в природе стали происходить быстрее по сравнению с другими периодами истории Земли. Используя для своих потребностей окружающую среду, человек, сам того не желая, порой наносил ей невосполнимый урон. За многие годы его деятельности навсегда исчезли сотни видов растений и животных. Вырублены тысячи гектаров леса. Загрязнялись водоемы, атмосфера.

Современное человеческое общество видит, к каким нежелательным последствиям приводит бесконтрольное вмешательство в окружающую среду. Лишь в социалистическом обществе, в котором средства производства являются общественной собственностью, возможно бережное отношение к природе в общегосударственном масштабе.

В нашей стране приняты законы об охране природы. Охрана, рациональное использование и восстановление окружающей среды предусматривается Конституцией СССР.

В соответствии с требованиями Конституции СССР мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов предусматриваются в планах развития народного хозяйства нашей страны. Охрана, воспроизводство и рациональное использование растительного и животного мира включены в «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года».

ОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

С давних пор люди пытались постичь строение Вселенной, объяснить, как образовалась Солнечная система, откуда взялись растения и животные. Слагались сказки и мифы, выдвигались гипотезы и теории. Вначале преобладали «божественные» гипотезы, в которых Солнце, Земля, другие планеты и звезды выступали в роли богов, сказочных существ или представлялись результатом деятельности богов, мифических героев.

Впоследствии появились более или менее научные гипотезы. Долгое время в науке господствовала геоцентрическая система мира Птолемея, согласно которой в центре Вселенной находится Земля, а вокруг нее обращаются Солнце, планеты и звезды.

Только в XVI в. польский астроном Николай Коперник заложил основы гелиоцентрической системы. Эту систему развили итальянские ученые Джордано Бруно и Галилео Галилей. Они доказали, что Земля наравне с другими планетами движется в пространстве вокруг Солнца и, кроме того, вращается вокруг своей оси.

Научное обоснование гелиоцентрической системы дали английские ученые — физик И. Ньютон и астроном В. Гершель, а также русский ученый М. В. Ломоносов.

В 1755 г. немецкий ученый и философ Иммануил Кант выдвинул гипотезу о возникновении Солнечной системы из рассеянных масс космического вещества.

В 1790 г. французский математик П. С. Лаплас, не бу-

дучи знаком с гипотезой Канта, выдвинул свою гипотезу происхождения Солнечной системы. Он считал, что на месте Солнечной системы в прошлом находилась огромная раскаленная туманность, вращавшаяся вокруг своей оси. В результате действия сил притяжения туманность начала сгущаться, в ее центре образовалось первичное Солнце, окруженное газообразной массой. Поскольку газообразная масса вращалась равномерно, частицы, находившиеся у ее центра, двигались медленнее крайних. На периферии центробежная сила начинала превосходить силу притяжения, и от массы туманности отделялись кольца, которые уже никогда не приближались к центру.

Чем больше охлаждалась раскаленная туманность, тем меньшей она становилась. Возрастала скорость ее вращения, а вместе с ней — и центробежная сила. Возникали все новые кольца, из которых в дальнейшем образовались планеты Солнечной системы и их спутники.

Фридрих Энгельс, развивая идеи И. Канта и П. С. Лапласа, объяснял образование твердых планет и их спутников постепенным охлаждением газообразной массы и различными химическими реакциями, в результате которых газообразное вещество перешло в жидкое, а затем в твердое состояние.

Благодаря исследованиям советских ученых — Б. А Воронцова-Вельяминова и В. А. Амбарцумяна был раскрыт механизм образования газовых туманностей. Время от времени во Вселенной появляются так называемые новые звезды. Давно известные звезды, светящиеся, как правило, очень слабо, внезапно взрываются, увеличиваются в миллионы раз, и с их поверхности извергается во Вселенную огромное количество газообразного вещества. Из этого вещества в дальнейшем и формируются газообразные туманности, а из них — звездные системы, подобные Солнечной.

Согласно гипотезе советского ученого О. Ю. Шмидта, все звезды нашей Галактики обращаются вокруг единого центра. На своем пути они захватывают облака космичес-

кой пыли, которая становится материалом для формирования планет.

По мнению английских ученых — геолога Чемберлена и астронома Мультона, при сближении двух звезд сила притяжения разрывает их, и на месте звезд образуется спиральная туманность, взрывающаяся во Вселенную газообразными струями. Из этих струй затем формируются новые звезды и их планеты.

Английский ученый Дж. Джинс полагал, что вблизи Солнца на расстоянии в несколько его диаметров, прошла звезда, масса которой в два раза больше массы Солнца. В результате действия силы притяжения на Солнце возникла громадная приливная волна газообразного раскаленного вещества. Звезда прошла мимо Солнца относительно быстро и не успела притянуть к себе газообразное вещество. Однако сила притяжения звезды увлекла его на такое расстояние от Солнца, что вернуться назад оно уже не могло. Из этого вещества и образовались все планеты Солнечной системы.

Извержения раскаленного вещества, так называемые протуберанцы, наблюдаются на Солнце и в настоящее время. Высота некоторых из них больше диаметра Солнца. И все же массы вещества, из которого состоят протуберанцы, для образования новых планет недостаточно.

В настоящее время наиболее разработанной является гипотеза, основанная на космогонической теории советского академика О. Ю. Шмидта. По гипотезе О. Ю. Шмидта планеты возникли из огромного холодного газопылевого облака, вращавшегося вокруг Солнца.

В наше время вокруг Солнца вращаются девять планет: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Благодаря достижениям современной науки, особенно космическим исследованиям, нам многое известно о величине, массе, химическом составе и строении планет Солнечной системы и их спутников.

МЕТЕОРИТЫ

На своем пути вокруг Солнца Земля время от времени попадает в зоны скопления космической пыли, крупных и мелких обломков небесных тел — метеоритов. В земной атмосфере метеориты движутся с очень большой скоростью (до 50 000 м/с). Разогреваясь при трении о более плотные слои атмосферы, большинство метеоритов сгорает, те же из них, которые не успевают сгореть, достигают поверхности Земли со скоростью 10 000 м/с. Падение на Землю сопровождается взрывом, в результате чего выделяется значительное количество тепловой энергии. На месте падения метеоритов образуются углубления: метеоритные ямы (диаметром в несколько сантиметров), воронки (диаметром более метра), кратеры (диаметром свыше десяти метров).

По массе различают: метеоритную пыль (масса отдельных частей несколько миллиграммов), метеориты (масса — 50—100 кг) и болиды (их масса иногда достигает нескольких сотен тонн).

С помощью химических анализов в метеоритах были выявлены 63 элемента, а также ряд минералов, не известных на Земле.

В последнее время в метеоритах найдены также споры и бактерии неземного, по мнению некоторых ученых, происхождения. Это послужило основанием для выдвижения гипотезы о том, что жизнь на Землю была занесена из космоса. Однако большинство ученых считает, что жизнь на Земле чисто земного происхождения.

ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

Около 8 миллиардов лет тому назад Земля представляла собой раскаленный шар. Постепенно, выделяя тепло в космос, она охлаждалась, и на ее поверхности образовалась твердая кора, которую беспрерывно расплавляли

миллионы действовавших вулканов. Кора утолщалась, и вода, входившая в состав раскаленных веществ и атмосферы, заполнила впадины. Согласно гипотезе советского ученого А. И. Опарина о происхождении жизни на Земле, в воде было растворено огромное количество химических веществ, которые, вступая между собой в различные реакции на протяжении миллиардов лет, привели к образованию органического вещества.

Энергия Солнца, воздействие космоса, силы притяжения, сложные физико-химические реакции, постоянно протекающие в недрах Земли,— это факторы, изменяющие ее поверхность, климат, состав атмосферы, а вместе с тем и органический мир, который в свою очередь оказывает активное влияние на Землю.

Все воздействующие на планету Земля процессы подразделяются на экзогенные (протекающие на поверхности Земли и в приповерхностных слоях земной коры) и эндогенные (протекающие в недрах Земли). К экзогенным процессам относятся: выветривание, действие наземных и подземных вод, деятельность живых организмов, в том числе человека. К эндогенным — тектонические движения в земной коре, магматические процессы (образование магмы и магматических горных пород), метаморфические процессы (преобразование горных пород).

Процессы, протекающие на протяжении многих миллиардов лет развития Земли, формируют ее рельеф, климат, атмосферу.

ШЕСТЬ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ

Земля имеет 6 оболочек: атмосферу, гидросферу, биосферу, литосферу, пиросферу и центросферу.

Атмосфера — внешняя газовая оболочка Земли. Ее нижняя граница проходит по литосфере и гидросфере, а верхняя — на высоте 1000 км. В атмосфере различают тропо-

сферу (двигающийся слой), стратосферу (слой над тропосферой) и ионосферу (верхний слой).

Средняя высота тропосферы — 10 км. Ее масса составляет 75% всей массы атмосферы. Воздух тропосферы перемещается как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Над тропосферой на 80 км поднимается стратосфера. Ее воздух, перемещающийся лишь в горизонтальном направлении, образует слои.

Еще выше простирается ионосфера, получившая свое название в связи с тем, что ее воздух постоянно ионизируется под воздействием ультрафиолетовых и космических лучей.

Гидросфера занимает 71% поверхности Земли. Ее средняя соленость составляет 35 г/л. Температура океанической поверхности — от 3 до 32 °С, плотность — около 1. Солнечный свет проникает на глубину 200 м, а ультрафиолетовые лучи — на глубину до 800 м.

Биосфера, или сфера жизни, сливается с атмосферой, гидросферой и литосферой. Ее верхняя граница достигает верхних слоев тропосферы, нижняя — проходит по дну океанских впадин. Биосфера подразделяется на сферу растений (свыше 500 000 видов) и сферу животных (свыше 1 000 000 видов).

Литосфера — каменная оболочка Земли — толщиной от 40 до 100 км. Она включает материки, острова и дно океанов. Средняя высота материков над уровнем океана: Антарктиды — 2200 м, Азии — 960 м, Африки — 750 м, Северной Америки — 720 м, Южной Америки — 590 м, Европы — 340 м, Австралии — 340 м.

Под литосферой расположена пиросфера — огненная оболочка Земли. Ее температура повышается примерно на 1°С на каждые 33 м глубины. Породы на значительных глубинах вследствие высоких температур и большого давления, вероятно, находятся в расплавленном состоянии.

Центросфера, или ядро Земли, расположена на глуби-

не 1800 км. По мнению большинства ученых, она состоит из железа и никеля. Давление здесь достигает $3 \cdot 10^{11}$ Па ($\approx 3 \cdot 10^6$ ат), температура — нескольких тысяч градусов. В каком состоянии находится ядро, пока неизвестно.

Огненная сфера Земли продолжает охлаждаться. Твердая оболочкой утолщается, огненная—сгущается. В свое время это привело к формированию твердых каменных глыб — материков. Однако влияние огненной сферы на жизнь планеты Земля все еще очень велико. Неоднократно менялись очертания материков и океанов, климат, состав атмосферы.

Экзогенные и эндогенные процессы беспрерывно изменяют твердую поверхность нашей планеты, что, в свою очередь, активно влияет на биосферу Земли.

ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

На формирование поверхности Земли большое влияние оказывает выветривание. Оно обусловлено многими причинами. Выветривание представляет собой дробление пород под воздействием колебания температур. Каждая порода состоит из одного, двух или нескольких минералов. От нагревания разные минералы по-разному расширяются, от охлаждения — по-разному сжимаются. В твердой породе впоследствии появляются трещины, и постепенно она рассыпается на обломки. Физическому выветриванию способствует и корневая система растений. Попадая в трещины, вода замерзает, расширяется и давит на стенки трещины с силой, достигающей иногда десятков тысяч ньютонов на 1 см^2 поверхности. Все это приводит к возникновению россыпей и каменных потоков, которые скатываются с вершин скал вниз, заполняя впадины, выравнивая рельеф.

Породы разрушаются лишайниками, поглощающими из них различные соли. Из выделяемого растениями углекислого газа и воды образуется угольная кислота, также способствующая разрушению пород. В почве и атмосфере при-

сутствует множество химических веществ, превращающих минералы в легко растворимые в воде соду, поташ, кислоты, соли. От породы остаются лишь нерастворимые остатки: песок, глина. Все эти процессы приводят к химическому выветриванию пород. Микроорганизмы, увеличивая скорости химических реакций, в отдельных случаях в несколько десятков раз способствуют химическому выветриванию. Растения поглощают из почвы различные химические вещества, а вместе с отмершими растениями многие вещества попадают в почву.

Способствует выветриванию и деятельность водных потоков, которые разрушают породы, переносят и откладывают их. В верховье река течет быстрее, вода легко дробит горные породы и переносит крупные обломки, порою даже глыбы. Ниже скорость течения меньше, вода переносит небольшие обломки. В устье скорость течения совсем незначительна, следовательно, река может переносить только ил. Таким образом сортируются обломки от верховья к устью. За тысячи лет реки перенесли огромное количество каменного материала, изрезали горы глубокими каньонами, намыли острова, образовали озера.

В связи с вращением земного шара во всех реках один берег подмывается водой сильнее. Постепенно река меняет свое русло в направлении этого берега. Противоположный берег остается плоским и широким. Если на пути реки встречаются месторождения каких-либо полезных ископаемых, она их размывает, а содержащиеся в них руды переносит и откладывает ниже по течению. Так образовалось большинство рассыпных месторождений на Земле.

Просачивающаяся через растворимые породы (известняк, гипс), вода растворяет их. Поверхность пород покрывается выбоинами, которые постепенно углубляются рытвинами. По трещинам вода проникает в глубь массивов пород, продолжая их растворять. Вода становится особенно хорошим растворителем, если содержит кислоты. В ре-

зультате растворяющего действия воды в Земле образуются пустоты. Если они находятся вблизи поверхности Земли, то породы, залегающие сверху, могут сползти в эти пустоты, а на поверхности появляются трещины, воронки, пропасти. По ним вода проникает на значительную глубину и образует пещеры, подземные озера, подземные реки.

Геологическая деятельность моря связана прежде всего с прибоем, приливами и отливами, морскими течениями. Насколько быстро море может размыть берега, свидетельствует тот факт, что остров Гельголанд за 900 лет был почти полностью размыт: из 900 км² его площади осталось лишь 1,5 км².

С удалением от берега сила морских волн убывает. Поэтому у самого берега откладывается крупнообломковый материал, дальше в глубь моря — песок и ил. Изучение морских отложений позволяет судить о том, наступало ли море на сушу или отступало. Если на крупнообломковом материале залегает более мелкий, значит, глубина моря возрастала, и оно наступало на сушу. Если же на иле залегает песок, а на нем галька, значит, глубина моря уменьшалась, и оно отступало от суши.

В море живет огромное количество растений и животных. Диатомовые водоросли и радиолярии имеют кремнеземный наружный скелет. Отмирая, они падают на дно. Из их скелетов за миллионы лет образовались довольно значительные залежи трепела, мела, кремнистого сланца.

Зеленые водоросли были первыми на Земле растениями, выделяющими в ее атмосферу свободный кислород. По мнению многих ученых, из остатков различных водорослей образовалась нефть. Коралловые полипы дали мощные залежи известняков. В образовании известняков принимали участие также брахиоподы, моллюски, иглокожие, мшанки и другие группы животных.

С деятельностью железобактерий связаны залежи железных руд.

Море слой за слоем откладывает на больших площадях разнообразные обломки, ил. Остатки же обитавших в море животных и растений сохраняются в слоях в виде окаменелостей, отпечатков скелетов. Из этих остатков образовались породы, называемые осадочными, так как они отложились в виде каменных осадков.

Значительную геологическую деятельность проявляли ледники. Около 25 тыс. лет тому назад ледник покрывал почти всю северную и среднюю части Европы и большую часть Северной Америки. Его толщина достигала одного километра. Несколько раз Европа и Северная Америка покрывались льдом и несколько раз наступало потепление, ледник таял, а затем вновь надвигался с севера, достигая линии Днепропетровск — Дрезден. Этот гигантский ледник перенес миллионы тонн обломочного материала — глыбы массой свыше тысячи тонн и мелкий песок, вырыл русла многих современных рек и впадины озер, заполнившиеся затем ледниковыми водами. Теплолюбивые растения и животные отступили далеко на юг. На месте степей выросли леса из холодостойких пород, а леса уступили место тундрам.

Чем же были обусловлены большие оледенения? Возможно, тем, что на Землю попадало меньше солнечного тепла. А может быть, тем, что уменьшилось количество углекислого газа в атмосфере Земли.

По мнению некоторых ученых, оледенения не было вообще, а приписываемые ему отложения были сформированы потоками, перенесены льдами и айсбергами или навеяны ветром.

Даже небольшой ветерок может поднять и перенести мелкую пыль. Ураганы же, скорость которых достигает 100 м/с, способны поднять в воздух глыбы массой в десятки килограммов. Сдувая с поверхности Земли обломки пород, ветер более мелкие из них поднимает на большую высоту и переносит далеко, крупные же обломки остаются ближе или просто перекатываются на другое место. Об-

ломками ветер шлифует встречающиеся на его пути породы.

Велика работа ветра в пустынях. Равнинная поверхность и отсутствие растений делают возможным перенос обломков на значительные расстояния.

Ветер, перенося семена и споры, способствует распространению растений на новые участки Земли. Иногда он переносит также мелких животных, например насекомых.

Человечество проводит значительную геологическую работу. Ежегодно во всем мире из земной коры добывается свыше 100 миллиардов тонн различных пород и минералов. Ведутся обширные работы по мелиорации земель. Создаются искусственные водохранилища. Влияние человека на биосферу огромно.

ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

В земной коре и в настоящее время происходят значительные изменения. Наблюдаются колебания земной коры, движение отдельных участков суши в горизонтальном направлении (Калифорнийское побережье передвигается на север, Баварские Альпы — в сторону Мюнхена).

История Земли делится на спокойные и бурные периоды. Спокойные периоды характеризуются общим погружением суши в воду и наступлением моря. Главную роль в формировании рельефа в спокойный период играют экзогенные процессы, приводящие к накоплению мощных слоев осадочных пород.

В бурные периоды земная кора быстро поднимается. Море отступает. На месте морских бассейнов возникают горы. От колебания земной коры породы сминаются в складки. В отдельных случаях слои пород перемещаются по трещинам вверх или вниз, разрываются, образуя бугры или пропасти. На поверхность из раскаленных слоев Земли изливается магма и застывает, образуя магматические породы: граниты, базальты.

Существует много гипотез о причинах колебания земной коры. По одной из них, Земля при охлаждении уменьшается и земная кора деформируется. Согласно другим гипотезам, причинами колебания являются течения, будто бы возникающие в раскаленной части Земли, приливы и отливы магмы под воздействием космоса, радиоактивный распад и т. п. По-видимому, колебания земной коры объясняются рядом причин.

С магматическими явлениями тесно связана деятельность вулканов, отверстий в земной коре, через которые на поверхность изливается расплавленная магма, происходят выбросы пепла, газа, воды и других химических веществ. Огромное значение имеет геологическая деятельность вулканов на всю геологическую историю Земли. Миллионы действующих вулканов, выбрасывающих в воздух лаву, пепел, газы, пар, изменяли климат. Возникали новые острова, почва удобрялась плодородным пеплом.

Землетрясения возникают в результате деятельности вулканов, обвалов горных склонов или подземных пустот, горообразовательных процессов.

Экзогенные и эндогенные процессы происходят беспрерывно, изменяя поверхность Земли, атмосферу, климат, земные недра. Вместе с ними изменяется растительный и животный мир.

ВОЗРАСТ ЗЕМЛИ

Предположив, что первичный океан был пресноводным, ученые установили, сколько лет прошло, пока реки принесли в него то количество солей, которое содержится теперь в океане. Получилось около 500 000 лет. По скорости современного осадкообразования ученые пытались определить время, в течение которого накоплялись мощные осадочные толщи. Получились разные числа: от 15 тыс. до 3—7 млн. лет. В последнее время возраст Земли определяют по

образовавшимся в результате различных радиоактивных процессов породам и минералам. Определенный таким образом возраст Земли составляет 4—10 млрд. лет.

Но наиболее надежным методом изучения истории Земли остается пока палеонтологический. Его разработали английский ученый Вильям Смит и французский ученый Жорж Кювье. Эти ученые пришли к выводу, что каждому комплексу осадочных пород соответствует комплекс ископаемых существ. Если, например, в слое известняка найден панцирь трилобита, то можно заключить, что данный слой образовался в палеозойскую эру — свыше 300 млн. лет тому назад. В то время на Земле обитали эти членистоногие животные.

Животные и растения, живущие в воде, умирают и падают на дно водоемов. Там их заносит песок либо покрывает ил. Мягкие ткани животных сгнивают, а твердые (кости, зубы, чешуя, панцири, раковины) остаются и постепенно окаменевают. Остатки растений превращаются в торф и уголь.

Растения и животные, обитающие на суше, после смерти могут быть занесены ветровыми отложениями и также окаменевать. От животных, не имеющих твердого скелета или панциря, остаются на мягком иле отпечатки. По окаменевшим отпечаткам также можно узнать о животных, живших в период формирования данных отложений. Иногда в породах находят следы жизнедеятельности тех или иных животных.

При изучении окаменелостей из различных слоев ученые пришли к заключению о том, что растения и животные отдаленного прошлого Земли значительно отличались от современных.

Для объяснения происходящих в растительном и животном мире изменений французский ученый Ж. Кювье выдвинул теорию катастроф. По его мнению, в истории Земли было четыре катастрофы. Они полностью уничтожали на ней жизнь, а затем некая «высшая сила» воссоздава-

ла ее вновь. Против этой теории выступил английский исследователь Чарлз Лайель. В своей книге «Основы геологии» он объяснял все происшедшие на Земле изменения воздействием тех же процессов, которые происходят в наше время.

Выдающийся английский ученый Чарлз Дарвин создал учение об эволюционном развитии органического мира. Он доказал, что в беспрерывной борьбе за существование выживают организмы, наиболее приспособленные к условиям существования. Условия существования постоянно изменяются, следовательно, изменяются и организмы.

Русские ученые Н. А. Головкинский, Н. И. Андрусов, А. П. Карпинский, В. О. Ковалевский, А. Н. Криштофович исследовали физико-географические условия формирования отложений прошлого. Появилась наука об условиях жизни древних организмов — палеоэкология.

Вся история развития Земли делится на эры — длительные отрезки времени (от 70 млн. лет до 2 млрд. лет), каждый из которых получил свое название.

Архейская — древнейшая эра в истории развития Земли, когда еще не существовало жизни.

Протерозойская — эра возникновения первичной жизни (простейших организмов).

Палеозойская — эра древней жизни в геологической истории Земли, характеризующаяся формированием всех типов растений и животных.

Мезозойская — эра средней жизни в геологической истории Земли, характеризующаяся развитием пресмыкающихся, птиц и первых млекопитающих.

Кайнозойская — эра новой жизни в геологической истории Земли, эра формирования всех современных форм растений и животных. Она продолжается и в настоящее время.

Иногда историю Земли подразделяют по развитию растительности на следующие эры: палеофит (древняя растительность) — эра развития бесцветковых, заканчивается в

конце палеозоя; мезофит (средняя растительность) — эра расцвета голосеменных, заканчивается в середине мезозоя; кайнофит (новая растительность) — эра покрытосеменных, продолжается в наше время.

АРХЕЙСКАЯ ЭРА

Архейская эра ведет свое начало со времени, когда Земля сформировалась как планета — около 4 млрд. лет назад. Ее продолжительность составляет 1 млрд. лет.

Первичная кора, образовавшаяся в результате охлаждения Земли, беспрерывно разрушалась паром и газом, которые выделяло раскаленное вещество. Извергаемая миллионами вулканов лава застывала на поверхности, образуя первичные горы и плоскогорья, материки и океанические впадины.

Мощная, плотная атмосфера также охлаждалась, в результате чего выпадали обильные дожди. На горячей земной поверхности они мгновенно превращались в пар. Сплошные облака обволакивали Землю, препятствуя прохождению солнечных лучей, согревающих ее поверхность. Твердая кора охладилась, океанические впадины заполнились водой.

Первичный океан, реки, атмосфера разрушали первичные горы и материки, образуя первые осадочные породы. На протяжении многих миллионов лет истории Земли эти породы, неоднократно подвергаясь воздействию раскаленного вещества, громадного давления и высокой температуры, сильно изменились. Ныне они твердые и плотные. С ними связано образование многих полезных ископаемых: строительного камня, слюды, никелевой руды, каолина, золота, молибдена, меди, кобальта, радиоактивных минералов, железа.

В архейскую эру в теплых водах первичного океана протекали различные химические реакции между солями, ще-

лочами и кислотами. Им благоприятствовали солнечная радиация, плотная атмосфера, ионизация воды, вызываемая разрядами огромных молний.

В конце архейской эры в морях появляются комочки белкового вещества, положившие начало всему живому на Земле. Основой синтеза первичных белковых веществ, несомненно, являлись аминокислоты. Но как же возникли сами аминокислоты?

Результаты радиоастрономических исследований убедительно свидетельствуют о том, что в космосе имеется множество химических веществ, в состав которых входят элементы — органогены (водород, углерод, азот, сера, фосфор), производные мочевины и других органических соединений. Таким образом, сложные и разнообразные соединения углерода Земля, по определению академика А. И. Опарина, «получила в наследство от космоса».

Абиогенные органические соединения характерны также для земной коры. Они образуют карбосферу, существующую и в современных условиях (например, в жерлах вулканов).

Битумы и многие другие органические вещества были обнаружены в газожидкостных включениях древних минералов магматического происхождения.

Существование карбосферы земной коры, органические соединения космоса, солнечные лучи, радиация в конце концов послужили причиной образования первичных аминокислот.

Чрезвычайно благоприятствовала возникновению и развитию жизни на Земле относительно постоянная на протяжении последних 3 млрд. лет температура ее поверхности.

У первых живых существ не было ни раковин, ни панциря, ни твердого скелета. Поэтому в породах архейской эры не встречаются их отпечатки. Однако отложения известняка и графита архейской эры, которые могли образоваться лишь в результате деятельности живых организмов, свидетельствует об их существовании в то время.

ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭРА

В отложениях протерозоя мы уже находим следы ползания червей, отпечатки кишечнополостных, иглы губок, раковины простейших — существ довольно сложных в биологическом отношении. Эволюционный процесс проходит от простых к сложным организмам. Следовательно, возникновение протерозойских существ было невозможно без длительного эволюционного процесса, который ведет свое начало от комочков цитоплазмы, появившихся в архейских морях.

В протерозойских отложениях был найден углеобразный материал шунгит. Это свидетельствует о появлении в протерозойской эре растений, из остатков которых образовался уголь. Отложения мрамора позволяют сделать вывод о том, что в протерозое жили животные с известковыми раковинами. С течением времени образовавшиеся из отложений этих раковин известняки превратились в мрамор.

Первыми из известных в настоящее время групп существ в протерозойских морях были, по-видимому, жгутиковые, находящиеся на грани между растительным и животным миром. От них произошли водоросли, грибы и все группы животного мира.

В протерозойскую эру от колониальных одноклеточных организмов, клетки которых стали выполнять различные функции, произошли первые многоклеточные организмы. Ими были губки, археоциаты (похожие на губок животные). Жизнь в то время была тесно связана с морем. На суше никаких организмов не было, кроме, возможно, бактерий, которые могли приспособляться к самым разнообразным условиям. Но что представляли собой архейские или протерозойские бактерии, можно только предполагать.

В породах протерозоя найдены отложения моря, суши, рек, гор, пустынь и ледников. Следовательно, климат протерозоя был довольно разнообразен. Морские отложения

покрыты отложениями вулканов, на которых также залегают морские отложения. Из этого можно заключить, что периоды спокойного развития земной коры протерозоя сменялись бурными горообразовательными процессами.

С протерозойскими отложениями связано множество полезных ископаемых: железные руды, мрамор, графит, никелевая руда, пьезокварц, каолин, золото, слюда, тальк, молибден, медь, висмут, вольфрам, кобальт, радиоактивные минералы, драгоценные камни. На юге территории Украины в то время было мелкое море, окруженное со всех сторон горными хребтами. Горы выветривались, а продукты выветривания откладывались на дне моря. В конце протерозоя благодаря горообразовательным процессам на месте моря возникли горы, а осадочные отложения метаморфизировались. Так образовалось месторождение железных руд Криворожского бассейна.

Продолжительность протерозойской эры — 2 млрд. лет.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА

Палеозойская эра началась 600 млн. лет тому назад. Различают шесть ее периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный, пермский.

В палеозое прошли два горообразовательных процесса: каледонский (в кембрии — нижнем девоне) и герцинский (в верхнем карбоне — перми), в результате которых неоднократно изменялись очертания материков и морей. Палеозойские отложения представлены главным образом глинами, известняками, доломитом, мергелями, песчаниками, солью и каменным углем.

На протяжении палеозойской эры органический мир завоевал сушу. Среди животных появились первые позвоночные, среди растений — споровые и хвойные.

КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Кембрийский период получил свое название от графства Кембрий (Англия), так как здесь были впервые описаны отложения кембрийского периода.

На месте Северной Америки и Гренландии в кембрии находился материк Лавренция. Южнее Лавренции простирался Бразильский материк.

Африканский материк включал в то время Африку, Мадагаскар и Аравию. Севернее его был расположен небольшой Русский материк.

Довольно широкий морской бассейн отделял Русский материк от Сибирского, находившегося на месте современной Западной Сибири. Там, где сейчас Китай, был Китайский материк, а на юге от него — громадный Австралийский материк, охватывавший территорию современной Индии и Западной Австралии. В это время сформировались Северные Аппалачи, горы Чингизтау в Казахстане и Салаиро-Саянский хребет.

Из кембрийских отложений наиболее распространены известняки, доломиты, глинистые сланцы. Часто встречаются и отложения мелководных лагун: песчаники и глины с пластами каменной соли и гипса.

В северном полушарии можно выделить несколько зон, в которых климат был сухим и жарким. В этих местах откладывались мощные слои солей и гипса. Известняковые отложения Австралии с трещинами высыхания также свидетельствуют о жарком и сухом климате на Австралийском материке в кембрийский период.

Климат Африканского материка был, по-видимому, теплым и влажным. В Южной Австралии, Китае и Норвегии были ледники. При сравнении берегов кембрийских морей с берегами современных морей можно сделать вывод о том, что бóльшая часть земной поверхности в кембрийский период представляла собой сушу. В мелководных морях было множество вулканических островов. Кембрийская флора

и фауна распространились на земном шаре из кембрийских тропических морей.

Вся жизнь в кембрийский период была тесно связана с водной средой. На суше жизни еще не было. Из растений кембрийского периода известны жившие в морской воде известковые водоросли. После их отмирания образовывались скопления известняка, известные под названием онкоидов. Без сомнения, в кембрийских морях были и другие водоросли: сине-зеленые, красные. Но у них не имелось твердых образований, поэтому до нашего времени их остатки не сохранились.

Водоросли, выделяя свободный кислород, значительно изменили состав кембрийской атмосферы. Это создало возможность для развития других форм жизни, в частности тех групп животных, которые потребляют свободный кислород. Наши знания о животном мире кембрийского периода весьма ограничены. Кембрийские породы неоднократно подвергались метаморфизации, приведшей к исчезновению многих отпечатков и окаменелостей. Многие кембрийские отложения еще не изучены. Лучше всего изучены животные, обитавшие в мелководных морях близ побережья. Фауна же относительного глубоководья и открытого океана нам почти неизвестна.

Наряду с многочисленными представителями одноклеточных организмов в морях кембрийского периода обитали и колониальные организмы. Сохранилось множество окаменевших ходов, проложенных какими-то червеобразными существами. Из кембрийских отложений известны лишь отдельные представители распространенного в наше время типа моллюсков. Раковины двустворчатых и брюхоногих моллюсков похожи на современные пресноводные формы. Из головоногих моллюсков известны крупные роговые организмы, раковины которых делились на камеры-трубки длиной около 8 мм и шириной 1 мм. Внутри камер размещалась тонкая трубка (сифон).

Очень распространены были в то время брахиоподы —

животные, раковина которых открывалась снизу вверх. На раковинах многих брахиопод имелись боковые выступы. Внутри раковины находились мясистые органы, выполнявшие дыхательные и выделительные функции. Маленькое червеобразное тело этих животных украшали две жаберные «руки». Все брахиоподы — морские животные. Некоторые из них достигали 25 см в длину. У одних были известковые раковины, у других — хитиновые, по своему составу напоминающие хитиновые скелеты и панцири современных насекомых, раков и других беспозвоночных. Образовывались подобные раковины из выделяемого кожей углеобразного азотсодержащего вещества.

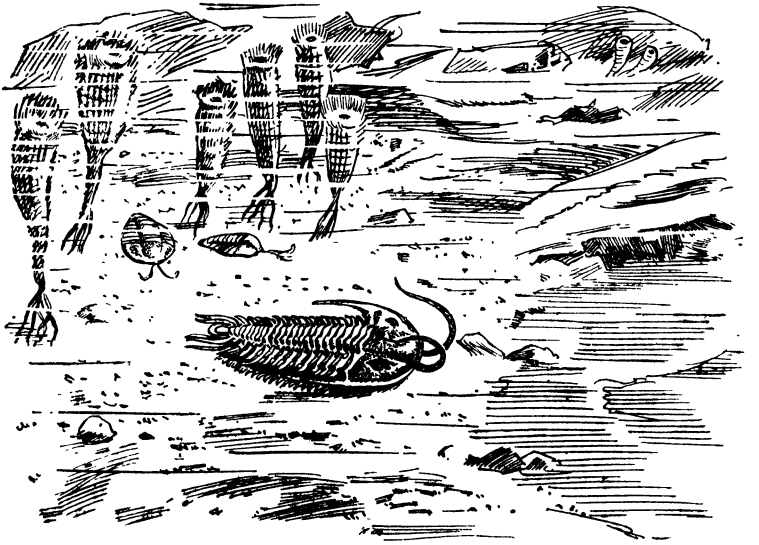
Характерные брахиоподы кембрийского периода — лингула и оболюс. Они обладали хитиновыми раковинами, пропитанными соединениями кальция. Примечательно, что брахиоподы дожили до наших дней, почти не изменившись.

Из животных, которые, подобно брахиоподам, прикреплялись к морскому дну, можно указать еще морских губок. Кембрийские морские губки относятся к семействам четырех- и шестилучевых губок. Они, в отличие от современных, имели иглы, свободно расположенные в мягкой ткани.

Представителями иглокожих являлись многочисленные роды так называемых цистоидей. Тело этих животных покрывал панцирь из известковых пластинок.

Настоящие кораллы в кембрийских отложениях не найдены. Наиболее характерная группа животных для кембрийского периода — археоциаты. Они были от нескольких сантиметров до метра высотой. Вымерли археоциаты в кембрии. По своему строению животные походили на кишечнополостных очень примитивной организации. Название «археоциаты» означает «древние чаши», и, действительно, по внешнему виду они напоминали бокалы или чаши. В теле животных имелась центральная полость, окруженная двойными стенками с вертикальными и горизонтальными перегородками и многочисленными отверстиями. По

мнению многих ученых, археоциаты — предки губок и кораллов, которые в дальнейшем, заселив те участки моря, где обитали археоциаты, вытеснили своих предшественников, так как обладали гораздо более современной ор-



Археоциаты и трилобиты.

ганизацией. В наше время от этих удивительных животных остались лишь отдельные известковые рифы.

Характерными представителями животного мира всей палеозойской эры были трилобиты — морские жаброды-шащие членистоногие животные. Спинная часть тела трилобита делится по длине на среднюю выступающую часть и более плоские боковые части. По ширине тело делится на

три отдела — щита: головной (на нем были расположены глаза), грудной (движущиеся сегменты) и брюшной (с разным числом более или менее сросшихся сегментов). На всех грудных и брюшных сегментах имелись двуветвистые парные конечности. Хвостовой щит имел вид круглого придатка, длинных шипов либо небольшой пластинки. Брюшная сторона тела трилобитов была мягкой, кожистой и, видимо, мало содержала соединений кальция. Подрастая, животные линяли. Отсутствие челюстных зубов говорит о том, что трилобиты питались органическим илом, а яйцеобразное тело и вытянутый хвостовой щит — о том, что они жили преимущественно в стоячей воде. Одни из них были подвижными и быстро бегали по дну, другие — малоподвижными, некоторые жили в иле. Приспосабливаясь к различным условиям обитания, трилобиты постепенно изменялись. У тех из них, которые зарывались в ил, были глаза на стебельках, как у современных раков, те же, которые жили в мутной воде, совсем утратили орган зрения. В среднем кембрии в Америке появляются крупные овальные трилобиты с гладкими щитами. Их головные и хвостовые щиты были почти равной величины, мало расчлененными. В иле жили и черви. В морях кембрийского периода было необычайно много медуз.

Нам не известны предковые формы, от которых произошли беспозвоночные кембрийского периода. Все они появились в протерозое, но, не обладая твердыми скелетами или раковинами, не оставили после себя следов. Возможно, следы исчезли в результате различных геологических процессов. Вероятнее всего, предками моллюсков, трилобитов, брахиопод являлись червеобразные существа, обитавшие в морях раннего протерозоя.

Продолжительность кембрийского периода — 70 млн. лет.

Основные полезные ископаемые этого времени: медь, серный колчедан, платина, золото, мышьяк, полиметаллы, гипсы, газы, каменная соль.

ОРДОВИКСКИЙ ПЕРИОД

Отложения ордовика были выделены в Англии и описаны английским геологом Р. Мурчисоном. По решению XXI сессии Международного геологического конгресса ордовик выделен в самостоятельную систему.

Материк Лавренция в ордовикский период распался на четыре больших и ряд более мелких островов. На месте Русского материка образовались два больших острова, разделенных узким проливом. Почти половина территории Сибирского и Китайского материков была залита мелким морем.

В южном полушарии образовался огромный материк — Гондвана, включавший современную Южную Америку, южную часть Атлантического океана, Африку, Индийский океан, Австралию, Северную Азию. Начинают формироваться Северный Тянь-Шань, Алтай, Австралийские Кордильеры, Западно-Сибирские хребты.

В существовавших на территории Урала, Чукотки и Кордильер морских бассейнах действовали тысячи вулканов, давших мощные отложения вулканических пород.

Среди пород ордовика преобладают морские отложения — песчаники, известняки, сланцы. По сравнению с отложениями кембрия среди ордовикских отложений меньше лагунных образований — гипсов, солей, известняков, доломитов. Климат в ордовикский период становится более теплым и мягким, о чем свидетельствует большое распространение известняков: строматопоровых, коралловых, криноидных, трилобитовых и цефалоподовых. Значительно возросла площадь моря. Экваториальное первичное море затопило обширные площади кембрийских материков.

Полностью исчезает южная сухая зона. Сокращается площадь северных пустынь. В результате этих изменений изменяется также животный и растительный мир. Горные материки, вклинившиеся между морскими бассейнами, препятствовали расселению животных и растений по земному

шару. Вот почему фауна и флора европейского ордовика отличаются от индийской и восточно-азиатской.

В конце кембрийского периода вулканические извержения заполняют туфами и лавами морские бассейны. Одновременно морское дно значительно опускается. Все это обусловило накопление мощных толщ осадочных пород, в частности черного ила, состоящего из вулканического пепла, песка, обломочных пород.

Почти не претерпели изменений в этот период водоросли. Морская фауна характеризовалась таким богатством форм, что ордовикский период представляется нам важнейшей эпохой всей истории Земли. Именно в ордовике сформировались основные типы морских организмов. По сравнению с кембрием значительно возрастает количество трилобитов. В ордовике много крупных трилобитов (до 50—70 см) появляется и в Европе. Это свидетельствует о том, что они себя хорошо чувствовали в новых условиях.

Благодаря миграции фауны с запада на восток и приспособлению к новым условиям в ордовикских морях появляется 77 новых родов трилобитов. Внешнее строение тела свидетельствует о том, что трилобиты вели разный образ жизни. Их глаза имели от 10 до 1200 фасеток. Встречались и слепые трилобиты. Число туловищных члеников (сегментов) колебалось у разных видов от 2 до 29. Тело было покрыто шипами для защиты от врагов или совершенно гладким, хорошо приспособленным к ползанию в иле. Иногда тело покрывали длинные острые шипы, увеличивавшие его поверхность, что позволяло животному свободно держаться в воде.

В ордовикских отложениях найдены все важнейшие группы животных, обитавших в морях в более позднее время. В рыхлых зеленых песчаниках вблизи Ленинграда встречается много ядер фораминифер. В черных сланцах находят радиолярий. Довольно многочисленны в ордовикских отложениях губки, в скелете которых имелись кремнеземные иголочки: циатофикас, высотой до 12 см, и бра-

хиоспондия, высотой до 30 см с 12 корневыми отростками.

Морские губки были четырех- и шестилучевые. Особенно красивыми иглами отличались четырехлучевая эутаксиксадима шестилучевая рецептакулитида. Тело первой, величиной с вишню, обладало волокнистой структурой. Каждое из волоконец представляло собой шестигранную трубку, состоявшую из маленьких четырехлучевых иголочек, сплетавшихся так тесно, что отделить хотя бы одну из них очень трудно. Шестилучевые губки появились впервые в раннем ордовике. Круглое, плоское, грушевидное или блюдцевидное тело этого существа было покрыто щитом из ромбических пластинок. Под каждой пластинкой находился пустой заостренный столбик. Столбики соединялись с внутренними пластинками. Все это составляло внутреннюю раковину.

Появились первые кораллы, однако особого значения в природе они пока не имели. Из моллюсков самыми распространенными были наутилоидеи и гастроподы. Раковины наутилоидей были прямыми. Сам моллюск помещался в жилой камере, остальные камеры заполнял газ. Заполняя эти камеры водой, моллюск мог погружаться на значительные глубины, а вытесняя воду газом, всплывать на поверхность. Появились граптолиты, имевшие вид веточек, спиралей, петелек. Они жили колониями, прикреплялись к водорослям или свободно плавали с помощью пузыря.

В ордовикский период впервые появляются мшанки и табуляты, особенно распространившиеся в силурийский период.

Бурно развиваются брахиоподы. Если в кембрии их было 18 родов, то в ордовике существовал уже 41 род этих животных.

Иглокожих в ордовике представляли многие виды цистоидей, тело которых покрывал известковый панцирь. Круглое ротовое отверстие защищала пластинка. Значительное распространение форм цистоидей дает основание счи-

тать их предками морских лилий, морских ежей и морских звезд, поскольку разные цистоидеи имели много общего в строении с этими большими группами животных.

Ордовикский период продолжался 60 млн. лет. В его отложениях залегают полиметаллические и железные руды, фосфориты, горючие сланцы, строительные материалы, нефть.

СИЛУРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Силурийский период назван в честь древнего кельтского племени силуров. Он подразделяется на два отдела: нижний и верхний силур. В силуре в северном полушарии вновь образовался материк Лавренция. Наступавшее с юга на территорию Гондваны море образовало большой мелкий залив, почти разделивший Гондвану на две части. Другие материки и острова мало изменили свои очертания, приобретенные в кембрии.

Характернейшая особенность силурийского периода — постепенное опускание суши под воду. Море размывало многие сформировавшиеся прежде горные массивы и залило огромные площади. Медленное погружение суши и опускание дна океана привели к накоплению осадочных пород — мергелей, песчаников, доломитов, граптолитовых сланцев, брахиоподовых и корраловых известняков.

В конце силура происходят горообразовательные процессы, благодаря которым образовались Скандинавские, Кембрийские горы, а также горы Южной Шотландии и Восточной Гренландии. На месте Сибири образовался большой материк Ангарида, частично сформировались Кордильеры. Климат на протяжении всего силурийского периода, вероятно, был теплым, влажным и лишь в конце силура на севере он стал сухим и жарким.

В силурийском периоде жизнь проникает на сушу. Первые наземные растения, остатки которых найдены в силу-

рийских отложениях, получили название псилофитов, что значит безлистые, голые растения. Высотой они были не более полуметра. По внешнему виду растения напоминали современные сфагновые мхи, однако имели более простую организацию. По своему строению псилофиты похожи на бурые водоросли, от которых они, по-видимому, и произошли. Росли псилофиты в увлажненных местах или в мелких водоемах.

Ветвление у псилофитов было дихотомическим, то есть каждая ветка разделялась на две. Их тело еще четко не расчленялось на корневую и стебельную части. Вместо корней у них были отростки — ризоиды, которыми они прикреплялись к почве. Роль листьев выполняла чешуя. На концах веток псилофитов располагались органы размножения — спорангии, в которых развивались споры.

Среди растений силурийских водных бассейнов преобладали водоросли: зеленые, сине-зеленые, красные, сифоновые, бурые, почти не отличавшиеся по своему строению от современных водорослей. Такое сходство натолкнуло некоторых исследователей на мысль о том, что в отдельных частях современных океанов температура, соленость и другие особенности воды сохранились такими же, какими они были в то отдаленное время.

Животный мир силурийского периода представлен главным образом теми же типами беспозвоночных, которые жили и в ордовике. Довольно распространенными были трилобиты (свыше 80 видов), моллюски (свыше 760 видов), брахиоподы (свыше 290 видов) и морские лилии, чашечки которых имели характерные для цистоидей ромбические поры. В позднем силуре появляются многочисленные представители морских звезд и морских ежей.

Среди силурийских двустворчатых моллюсков большое значение приобретают таксодонты, гетеродонты, десмодонты. Характерной особенностью некоторых из этих животных было то, что их створки загибались в противоположные стороны.

В солоноватоводных бухтах обитало множество тонкораковинных форм.

Брюхоногие моллюски силура выделялись весьма любопытными особенностями. У подавляющего большинства раковина была завернута вправо. Кроме того, некоторые из них имели шаровидную раковину с разрезом посредине, постепенно зараставшим либо превращавшимся в ряд дырочек.

Значительно распространились в морях силурийского периода головоногие моллюски. Представители небольшого рода — вольбортелла — с роговой раковиной, жившие в кембрийский и ордовикский периоды, дали многочисленных потомков (крупных и малых) с округлыми и гладкими известняковыми раковинами. Это свидетельствует об их большой подвижности.

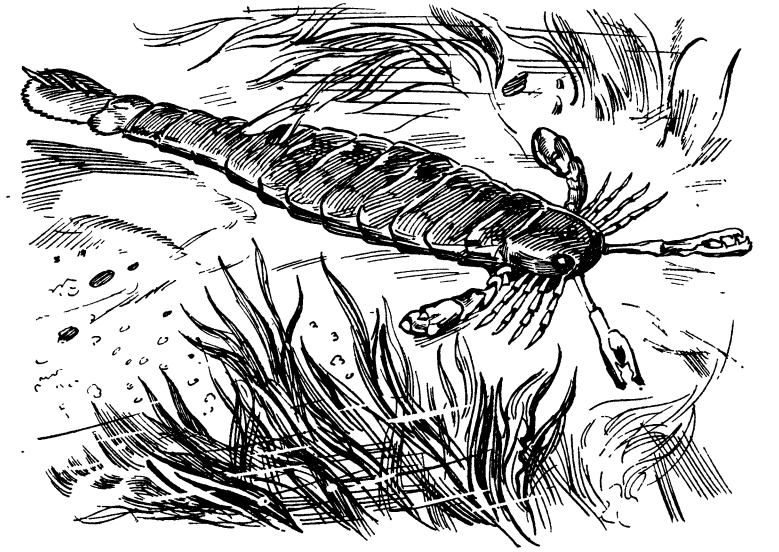
В отличие от брюхоногих моллюсков, тело которых почти полностью заполняло раковину, головоногие моллюски жили в камере, отделенной от других камер перегородкой. В перегородках между нежилыми камерами имелись круглые отверстия, через которые проходила ткань в виде тяжа, так называемый сифон.

К наступлению половой зрелости тело моллюска полностью заполняло жилую камеру. Отложив яйца, моллюск сжимался, и жилая камера становилась слишком большой для моллюска; тогда и возникала перегородка, уменьшавшая объем жилой камеры. Моллюск снова рос, увеличивалась жилая камера, и со временем возникала новая перегородка.

Самые известные представители головоногих — ортоцерасы. Их мягкое тело напоминало современных осьминогов, но в отличии от осьминогов ортоцерасы имели длинную прямую раковину, сильно напоминавшую прямой рог. Отсюда и их название «ортоцерасы», что в переводе значит «прямой рог». Их длина достигала 1 метра. Плавали ортоцерасы раковиной вперед, а в спокойном состоянии повисали с помощью воздушных камер и хватательных

щупалец, распуская их как парашюты. Ортоцерасы — предки всех головоногих, имевших перегородки. Их потомок — наутилус — живет и в настоящее время.

В силурийский период наряду с трилобитами появляет-



Ракоскорпион птериготус.

ся своеобразная группа животных, тело которых было покрыто плотным панцирем с многочисленными шипами и состояло из сегментов (5 головных, 7 грудных и 6 брюшных) и овального хвостового плавника или концевой иглы. Этих животных называют ракоскорпионами. Подвижные, хорошо вооруженные, они являлись подлинными властителями силурийских морей.

У наиболее характерного представителя ракоскорпионов — эвриптеруса — на ногах были иглы. У птериготуса первая пара ног преобразовалась в длинные клешни. На конце тела у него имелись шипы, которыми он убивал свою добычу.

В позднем силуре появляются первые животные, дышавшие легкими. Близкие родственники современных скорпионов, они, однако, имели много общего с ракоскорпионами, то есть были переходной группой от ракоскорпионов к современным скорпионам.

Из представителей кораллов самыми распространенными являлись табуляты — червеобразные животные с известняковыми трубочками. Они жили колониями. Трубочки разделялись на камеры перегородками. Иногда, помимо перегородок, у них были еще длинные ряды коротких шипов или продольных ребер.

В среднем силуре появляются первые представители настоящих кораллов. Они жили отдельными особями. Их чашечка высотой до 20 см имела прочную наружную стенку. У одних кораллов было четкое четырехлучевое строение, у других — двусторонне-симметричное строение, лежащее в основе строения всех кораллов и наблюдающееся даже в зародышевых формах современных кораллов. От четырех отрядов ордовикских плавающих остракод произошли 23 рода силурийских, величиной 22—80 мм. Среди иглокожих в силуре появляются настоящие бластоидеи, офиуры, морские звезды, настоящие морские ежи.

Силурийские рыбы еще не имели внутреннего костного скелета. Их тело и ротовая полость были сплошь покрыты маленькими кожными зубами. Среди рыб встречались костно-щитковые, бесщитковые и разнощитковые. В позднем силуре появились настоящие челюстные рыбы с парными плавниками и сложным скелетом.

В среднем силуре от Европы до Сибири, от Канады до Аргентины распространились конусовидные, прямые или свернутые в спираль граптолиты. В конце силура они почти

полностью вымерли. Близкие родственники иглокожих — граптолиты большими группами прикреплялись ко дну, скалам, водорослям. У отдельных граптолитов были нежные парашюты, благодаря которым они свободно плавали в морской воде. Их наружные скелеты состояли из хитинообразного вещества. Животные обитали главным образом вблизи низких берегов, в лагунах, на небольших глубинах, где откладывались глинистые осадки, богатые органическими веществами.

Когда в конце силура в результате тектонических движений берега поднялись, вблизи их началось отложение грубого обломочного материала. Усилился прибой. Сложившиеся условия оказывали отрицательное влияние на граптолитов, поэтому их жизненный ареал значительно сократился. Вблизи берегов стали появляться кораллы, брахиоподы, мшанки, для которых новые условия были чрезвычайно благоприятными. Новые роды рыб наутилоидей питались граптолитами, что также привело к значительному уменьшению их численности. Граптолитами питались, вероятно, и ракоскорпионы. Когда же в начале девона появилось множество хороших пловцов — позвоночных и аммоноидей, граптолиты совершенно исчезли.

Основные полезные ископаемые силурийского периода: железные руды, золото, медь, горючие сланцы, фосфориты и барит.

Силурийский период длился 35 млн. лет.

ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД

Девонские отложения впервые были описаны в английском графстве Девоншир. Девонский период подразделяется на три отдела: нижний, средний и верхний. В девоне северные материки образовали единый большой материк Атлантию, восточнее которого находилась Азия. Продолжает существовать Гондвана. Огромные материки были

перегорожены горными хребтами, которые, разрушаясь, заполняли обломками впадины между горами. Климат стал сухим и жарким. Пересыхали озера и лагуны, а входившие в состав их вод соли и гипсы выпадали в осадок, образуя соленосные и гипсоносные толщи. Усиливается вулканическая деятельность.

В среднем девоне море вновь наступает на сушу. Возникают многочисленные впадины. Их постепенно заливает море. Климат становится теплым и влажным. В верхнем девоне моря снова обмелевают, возникают небольшие горы, которые в дальнейшем были почти полностью разрушены. Наиболее характерные отложения девонского периода — континентальные красные песчаники, сланцы, гипсы, соль, известняки.

Существенным образом изменились физико-географические условия, приведшие к изменению флоры и фауны.

В водах девонских морей и океанов жили многочисленные водоросли: сифоновые, сине-зеленые, красные, в лагунах — харовые.

Появившиеся в силурийский период псилофиты в раннем девоне уже имели более сложную организацию. Их тело довольно четко разделялось на корень, стебель и ветки. От них в среднем девоне произошли примитивные папоротники. У псилофитов уже был деревянистый стебель. Ветки этих растений начинают выполнять различные функции, а их концевые части постепенно превращаются в рассеченные листья, с помощью которых осуществляется фотосинтез. Произрастают и другие потомки псилофитов: плаунообразные и членистостебельные, с более сложной организацией, чем у псилофитов. Они постепенно вытесняют своих предков, захватывая их места и расселяясь во влажных местностях, в мелких лагунах и болотах. В верхнем девоне псилофиты исчезают. Появляются первые семенные папоротники, кордаитовые и настоящие папоротники.

Споровые псилофиты, примитивные папоротники, плауновые, членистостебельные произрастали в увлажненных

и болотистых местах, образуя густые заросли. Они достигали 30 м высоты и одного метра толщины. Растения размножались спорами, прораставшими в росток лишь во влажной среде.

У первых семенных растений на верхушках специализированных листьев были семенные зачатки, лежавшие открыто на листьях. Поэтому растения и получили название голосеменных. Они представляли собой уже настоящие деревья с настоящими листьями и органами размножения в виде шишек. Голосеменные могли размножаться непосредственно на суше, поскольку для прорастания семян водная среда не нужна. Кроме того, семена являются многоклеточным органом со значительным количеством запасных питательных веществ, которые обеспечивают зародыш в начале его жизни всем необходимым, а семенной покров хорошо предохраняет его от воздействия неблагоприятных условий. Все это дало возможность голосеменным широко распространиться на суше. И хотя споровые растения продолжали существовать, господствующее положение среди растений постепенно занимают голосеменные.

Сухой жаркий климат на материках привел к высыханию многих рек, озер, болот, лагун, мелких внутриконтинентальных морей. Из водных животных выживали лишь те, которые, помимо жабер, позволявших им жить в воде, обладали еще и легкими. При высыхании водоемов они могли дышать атмосферным воздухом. К ним относятся прежде всего двоякодышащие рыбы, имевшие роговые зубы и острые ребра. В 1870 г. в двух небольших реках Австралии были выявлены живые экземпляры двоякодышащих рыб, строение которых сильно напоминало их ископаемых предков. Впоследствии в Африке и Южной Америке также были найдены живые двоякодышащие рыбы.

Кроме них, в пересыхающих водоемах девонского периода водились кистеперые рыбы. С помощью плавников, напоминавших кисть, кистеперые рыбы способны были ползать. Плавательный пузырь у них был обогащен кровенос-

ными сосудами и играл роль легких. Таким образом, кистеперые рыбы могли дышать воздухом и переползать из лагуны в лагуну в поисках пищи и воды. Скелет кистеперых почти полностью окостенел. Череп состоял из костей, присутствующих в черепах высших позвоночных животных. Следовательно, кистеперые рыбы являлись предками всех наземных позвоночных, в том числе и амфибий, появившихся в верхнем девоне. Это были уже настоящие наземные животные. Они обитали на суше, хотя и имели еще много общего с рыбами — форму черепа, чешую, жаберные крышки.

В 1938 г. в водах Индийского океана у юго-восточных берегов Африки были найдены живые ископаемые — кистеперые рыбы. Их называют целакантусами, или латимериями. Живут целакантусы на значительных глубинах. Они — хищники. Особый интерес вызывают найденные в Пенсильвании окаменевшие следы лап. На трех пальцах из пяти имелись когти. Хорошо виден след хвоста, который тянулся за туловищем животного. Вероятно, этот след принадлежит кистеперой рыбе, передвигавшейся в поисках водоемов по девонской суше.

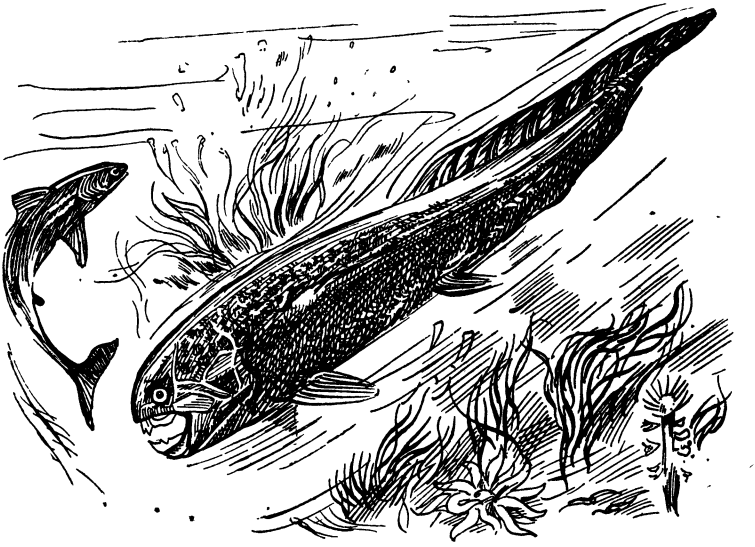
Иногда девонский период называют периодом рыб. И действительно, в морях и озерах девонского периода обитало огромное множество различных рыб. Помимо кистеперых и двоякодышащих, до конца палеозоя там жили ганоидные рыбы. Они имели толстую чешую ромбической формы, располагавшуюся косыми рядами. Позднее ганоидных рыб вытеснили более совершенные формы. В морях размножились рыбы с твердым кожным скелетом, с панцирными щитками, кожными зубами. В то отдаленное время, когда достигшие своего первого расцвета, позвоночные дали многочисленные ответвления, существовали формы и с примитивной внутренней организацией. Несколько десятков лет назад особое внимание привлекли небольшие ископаемые рыбы — палеоспондулюсы. Их нашли в сером тонкослоистом песчанике среди множества остатков других рыб

и растений. Венчик нитевидных ротовых присосок напоминал присоску бесплавниковых рыб, находившихся на самой низкой ступени развития. Поэтому их отнесли к бесплавниковым. При помощи специального метода исследования удалось установить анатомические особенности палеоспондулюсов. Они являлись паразитами, их рот был приспособлен к сосанию. Широкие носовые полости свидетельствуют о высоком развитии чутья. Четыре пары хрящевых дуг, соединяющихся у глотки, а также пятая пара несколько более крупных по размерам пластинок образовывали жабры. Подобные образования наблюдаются лишь в черепе акулы и у молодых амфибий. Ребра и плавники у палеоспондулюсов отсутствовали. У них имелась довольно широкая хорда. По мнению некоторых исследователей, строение тела палеоспондулюсов сходно со строением тела древнейших предков всех рыб.

В девонских отложениях встречаются остатки форм быстроплавающих рыб из числа акулообразных — маленьких гибких рыбок, предков акул более позднего времени. В отложениях больших внутренних морей девонского периода находят представителей довольно крупных панцирных рыб, по форме сильно напоминающих трилобитов. Передняя часть их тела была покрыта прочным панцирем, задняя — почти не защищена. Головной щит широкий, полукруглой формы, украшен длинными шипами. Глаза сближены между собой. Рот беззубый или с режущим челюстным краем. Эти рыбы обитали в воде, иногда ходили по дну с помощью острых плавниковых шипов. Отдельные панцирные рыбы были очень крупными. Так, голова динихтиса («страшной рыбы») достигала в длину одного метра.

Панцирь некоторых рыб покрывал не только переднюю часть тела, но и плавники. Он спасал рыб от нападения хищников, но в то же время стеснял их движения. В морях, лагунах и болотах панцирных рыб было так много, что они погибали от недостатка пищи и кислорода. В дальнейшем эти рыбы полностью вымерли. В морях стали

господствовать беспанцирные рыбы с прочными плавниками и гибким хвостом. На смену плоскотелым малоподвижным придонным рыбам, не имевшим настоящих челюстей, пришли высокотелые, подвижные, гибкие рыбы с мощными



Динихтис.

режущими или перетирающими челюстями, в частности кистеперые, лучеперые и костистые рыбы. Их легкие плавники состояли из гибких роговых лучей, имевших опору в костях. С помощью мощного хвостового плавника рыбы развивали значительную скорость. Чешуя рыб была очень тонкой и легкой. У костю-хрящевых, в незначительном количестве доживших до нашего времени, скелет слабо

окостеневший, их тело покрывает ганоидная чешуя, хвост имеет длинную чешуйную ось.

В районах действующих вулканов иногда образовывались озера, в иле которых жили червеобразные членистые животные. На берегах этих озер произрастали похожие на камыш растения с длинными узкими листьями.

Из числа беспозвоночных в морях девонского периода были распространены: 15 родов табулят, 24 рода кораллов, 11 родов трилобитов, 40 родов плеченогих, 56 родов двустворчатых, 28 родов головоногих моллюсков. Кроме того, водились многочисленные мшанки, брюхоногие моллюски, иглокожие. Продолжал существовать род граптолитов. Встречались и пресноводные моллюски.

Среди растительных остатков были найдены раковины наземного брюхоногого моллюска строфитес.

Важное место среди беспозвоночных девонских морей и океанов занимали исполинские ракоскорпионы. Часть их приспособилась к условиям жизни в солоноватых и опресненных водоемах. Главной добычей ракоскорпионов являлись трилобиты и рыбы. Происхождение этих загадочных животных пока неизвестно. Однако форма и строение некоторых из них напоминает трилобита с длинной заостренной хвостовой иглой. Это дает основание полагать, что ракоскорпионы произошли от пресноводных предков морских трилобитов.

В наше время ближайшими родичами ракоскорпионов являются мечехвосты, обитающие в мелководных зонах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Питаются мечехвосты главным образом моллюсками. Их личинки напоминают некоторых трилобитов. Развитие современных мечехвостов свидетельствует о том, что они являются промежуточными формами между трилобитами и паукообразными.

У девонских насекомых были перепончатые крылья. Бóльшую часть своей жизни они проводили в воде.

В девонских морях впервые появились хищные голово-

ногие моллюски — аммоноидеи. В их спирально завернутых раковинах имелись перегородки.

Среди иглокожих наиболее распространенными в данный период были морские лилии, морские звезды и морские ежи.

В девонский период началось вымирание многих силурийских форм: трилобитов, ракоскорпионов, древних иглокожих.

Основные изменения фауны и флоры происходили на суше. В конце девона на Земле росли леса из папоротников, хвощей, плаунов. В этих лесах уже жили насекомые и древние пауки. Появились первые земноводные животные — стегоцефалы.

С девонскими отложениями связано большое количество полезных ископаемых: нефть, каменная соль, горючие сланцы, бокситы, железная руда, медь, золото, марганцевые руды, фосфориты, гипсы, известняки.

Девонский период длился 55 млн. лет.

КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД

В отложениях этого периода находят огромные залежи каменного угля. Отсюда и произошло название периода. Есть и другое его наименование — карбон.

Каменноугольный период подразделяется на три отдела: нижний, средний и верхний. В этот период физико-географические условия Земли претерпели значительные изменения. Неоднократно менялись очертания материков и морей, возникали новые горные хребты, моря, острова. В начале карбона происходит значительное опускание суши. Морем были затоплены обширные площади Атлантии, Азии, Гондваны. Уменьшилась площадь больших островов. Исчезли под водой пустыни северного континента. Климат стал очень теплым и влажным.

В нижнем карбоне начинается интенсивный горообразо-

вательный процесс: формируются Арденны, Гарц, Рудные горы, Судеты, Атласские горы, Австралийские Кордильеры, Западно-Сибирские горы. Море отступает.

В среднем карбоне суша вновь опускается, но гораздо меньше, чем в нижнем. В межгорных котловинах накопляются мощные толщи континентальных отложений. Формируется Восточный Урал, Пеннинские горы.

В верхнем карбоне море вновь отступает. Значительно уменьшаются внутриконтинентальные моря. На территории Гондваны возникают большие ледники, в Африке и Австралии — несколько меньшие.

В конце карбона в Европе и Северной Америке климат претерпевает изменения, становится частично умеренным, а частично жарким и сухим. В это время происходит формирование Центрального Урала.

Морские осадочные отложения каменноугольного периода представлены главным образом глинами, песчаниками, известняками, сланцами и вулканогенными породами. Континентальные — преимущественно углем, глинами, песками и другими породами.

Усиленная вулканическая деятельность в карбоне привела к насыщению атмосферы углекислым газом. Вулканический пепел, являющийся чудесным удобрением, сделал плодородными карбоновые почвы.

Теплый и влажный климат господствовал на материках длительное время. Все это создало чрезвычайно благоприятные условия для развития наземной флоры, в том числе высших растений каменноугольного периода — кустов, деревьев и травянистых растений, жизнь которых была тесно связана с водой. Они росли главным образом среди громадных болот и озер, близ солоноватоводных лагун, на побережье морей, на влажной илистой почве. По образу жизни они походили на современных мангровых, которые растут на низинных берегах тропических морей, в устьях больших рек, в болотистых лагунах, поднимаясь над водой на высоких корнях-ходулях.

Значительное развитие в каменноугольный период получили плауновидные, членистостебельные и папоротниковые, давшие большое количество древовидных форм.

Древовидные плаунообразные достигали 2 м в диаметре и 40 м в высоту. У них еще не было годичных колец. Пустой ствол с мощной разветвленной кроной надежно удерживался в рыхлой почве большим корневищем, разветлявшимся на четыре главные ветви. Эти ветви в свою очередь дихотомически разделялись на корневые отростки. Их листья, до метра в длину, густыми султанообразными пучками украшали концы ветвей. На концах листьев располагались почки, в которых развивались споры. Стволы плаунообразных были покрыты чешуей — рубцами. К ним прикреплялись листья. В этот период были распространены гигантские плаунообразные — лепидодендроны с ромбическими рубцами на стволах и сигиллярии с шестигранными рубцами. В отличие от большинства плаунообразных у сигиллярий был почти неразветвленный ствол, на котором вырастали спорангии. Среди плаунообразных были и травянистые растения, полностью вымершие в пермский период.

Членистостебельные растения разделяются на две группы: клинолистые и каламиты. Клинолистые являлись водными растениями. У них был длинный, членистый, слегка ребристый стебель, к узлам которого кольцами прикреплялись листья. Почковидные образования содержали споры. На воде клинолистые держались с помощью длинных разветвленных стеблей, похожих на современный водяной лютик. Клинолистые появились в среднем девоне и вымерли в пермский период.

Каламиты были древовидными растениями до 30 м высотой. Они образовывали болотные леса. Некоторые виды каламитов проникли далеко на материк. Их древние формы имели дихотомические листья. Впоследствии преобладали формы с простыми листьями и годичными кольцами. Эти растения имели сильно разветвленное корневище. Не-

редко из ствола вырастали дополнительные корни и ветви, покрытые листьями.

В конце карбона появляются первые представители хвощевых — небольшие травянистые растения. Среди карбоновой флоры видную роль играли папоротники, в частности травянистые, по своему строению напоминавшие псилофитов, и настоящие папоротники — большие древовидные растения, корневищем закреплявшиеся в мягком грунте. У них был шершавый ствол с многочисленными ветвями, на которых росли широкие папоротниковидные листья.

Голосеменные карбоновых лесов относятся к подклассам семенных папоротников и стахиоспермид. Их плоды развивались на листьях, что является признаком примитивной организации. В то же время у линейных или ланцетных листьев голосеменных было довольно сложное жилкование. Наиболее совершенные растения карбона — кордаиты. Их цилиндрические безлистые стволы до 40 м высотой разветвлялись. Ветви имели на концах широкие линейные или ланцетные листья с сетчатым жилкованием. Мужские спорангии (микроспорангии) имели вид почек. Из женских спорангиев развивались ореховидные плоды. Результаты микроскопического исследования плодов показывают, что эти растения, похожие на цикадовых, являлись переходными формами к хвойным растениям.

В каменноугольных лесах появляются первые грибы, моховидные растения (наземные и пресноводные), образовывавшие иногда колонии, и лишайники.

В морских и пресноводных бассейнах продолжают существовать водоросли: зеленые, красные и харовые.

При рассмотрении каменноугольной флоры в целом поражает разнообразие форм листьев древовидных растений. Рубцы на стволах растений на протяжении всей жизни держали длинные, ланцетные листья. Концы ветвей были украшены огромными лиственными кронами. Иногда листья росли по всей длине ветвей.

Другой характерный признак каменноугольной флоры — развитие подземной корневой системы. Сильно разветвленные корни разрастались в илистой почве и из них произрастали новые побеги. Порой значительные площади были изрезаны подземными корнями.

В местах быстрого накопления илистых осадков корни удерживали стволы многочисленными побегами. Важнейшая особенность каменноугольной флоры заключается в том, что растения не отличались ритмическим ростом в толщину.

Распространение одних и тех же каменноугольных растений от Северной Америки до Шпицбергена свидетельствует о том, что от тропиков до полюсов господствовал относительно равномерный теплый климат, на смену которому в верхнем карбоне пришел довольно прохладный. В прохладном климате росли голосеменные папоротники и кордаиты.

Рост каменноугольных растений почти не зависел от времен года. Он напоминал рост пресноводных водорослей. Времена года, вероятно, мало отличались друг от друга.

При изучении каменноугольной флоры можно проследить эволюцию растений. Схематически она выглядит следующим образом: бурые водоросли — папоротники — псилофиты — птеридоспермиды (семенные папоротники) — хвойные.

Отмирая, растения каменноугольного периода падали в воду, их заносило илом, и, пролежав миллионы лет, они постепенно превратились в уголь. Каменный уголь образовывался изо всех частей растения: древесины, коры, ветвей, листьев, плодов. В уголь превращались и остатки животных. Об этом свидетельствует тот факт, что остатки пресноводных и наземных животных в карбоновых отложениях встречаются относительно редко.

Морской животный мир карбона характеризовался разнообразием видов. Чрезвычайно распространенными были

фораминиферы, в частности фузулиниды с веретеновидными раковинами величиной с зерно.

В среднем карбоне появляются швагерины. Их шаровидная раковина была величиной с небольшую горошину. Из раковин фораминифер позднего карбона в отдельных местах образовались залежи известняков.

Среди кораллов еще встречались немногочисленные роды табулят, но начинали преобладать хететиды. Одиночные кораллы нередко имели толстые известковые стенки. Колониальные кораллы образовывали рифы.

В это время интенсивно развиваются иглокожие, в частности морские лилии и морские ежи. Многочисленные колонии мшанок иногда образовывали мощные известняковые отложения.

Чрезвычайно развились плеченогие моллюски, в частности продуктусы, по приспособляемости и географическому распространению намного превосходившие всех встречающихся на Земле плеченогих. Величина их раковин достигала 30 см в поперечнике. Одна створка раковины была выпуклой, а другая — в виде плоской крышечки. Прямой удлиненный замочный край часто имел полые шипы. У некоторых форм продуктусов шипы в четыре раза превышали диаметр раковины. С помощью шипов продуктусы держались на листьях водных растений, переносивших их по течению. Иногда своими шипами они прикреплялись к морским лилиям или водорослям и жили возле них в висячем положении. У рихтофений одна створка раковины преобразовалась в рог длиной до 8 см.

В каменноугольный период почти полностью вымирают наутилоидеи, за исключением наутилусов. Данный род, распавшийся на 5 групп (которые были представлены 84 видами), дожил до нашего времени. Продолжают существовать ортоцерасы, раковины которых имели резко выраженное внешнее строение. Роговидно согнутые раковины циртоцерасов почти не отличались от раковин их девонских предков. Аммониты были представлены двумя отрядами —

гониатитами и агониатитами, как и в девонском периоде; двустворчатые моллюски — одномышечными формами. Среди них — множество пресноводных форм, населявших карбоновые озера и болота.

Акула из рода плевракант.

Появляются первые наземные гастроподы — животные, дышавшие легкими.

Трилобиты достигли значительного расцвета в ордовикский и силурийский периоды. В каменноугольный период сохранились лишь немногочисленные их роды и виды.

К концу каменноугольного периода трилобиты почти полностью вымерли. Этому способствовало то, что головоно-

гие моллюски и рыбы питались трилобитами и потребляли ту же пищу, что и трилобиты. Строение тела трилобитов было несовершенным: панцирь не защищал брюха, конечности были небольшими и слабыми. Трилобиты не имели органов нападения. Некоторое время они могли защищаться от хищников, свертываясь наподобие современных ежей. Но в конце карбона появились рыбы с мощными челюстями, разгрызавшими их панцирь. Поэтому от многочисленного типа в перми сохранился только один род.

В озерах каменноугольного периода появляются ракообразные, скорпионы, насекомые.

Карбоновые насекомые обладали признаками многих родов современных насекомых, поэтому отнести их к какому-либо одному известному нам теперь роду невозможно. Несомненно, предками насекомых каменноугольного периода были ордовикские трилобиты. У девонских и силурийских насекомых было много общего с некоторыми их предками. Они играли уже значительную роль в животном мире.

Однако подлинного расцвета насекомые достигли в каменноугольном периоде. Представители самых малых из известных видов насекомых были 3 см в длину; размах крыльев у самых крупных (например, у стенодиктии) достигал 70 см, у древней стрекозы меганевры — одного метра. Тело меганевры имело 21 сегмент. Из них 6 составляли голову, 3 — грудь с четырьмя крыльями, 11 — брюшко, конечный сегмент походил на шиловидное продолжение хвостового щита трилобитов. Многочисленные пары конечностей были расчленены. С их помощью животное и ходило, и плавало. Молодые меганевры обитали в воде, превращаясь во взрослых насекомых в результате линьки. У меганевры были крепкие челюсти и сложные глаза.

В верхнем каменноугольном периоде древние насекомые вымерли, их потомки были более приспособленными к новым условиям жизни. Прямокрылые в ходе эволюции дали термитов и стрекоз, эвриптерусы — муравьев. Большинство

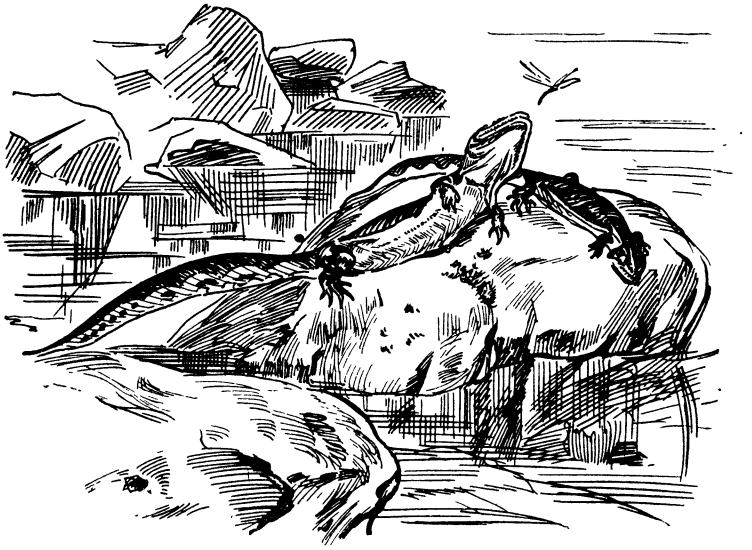
древних форм насекомых переходили к наземному образу жизни лишь в зрелом возрасте. Размножались они исключительно в воде. Таким образом, перемена влажного климата на более сухой для многих древних насекомых была катастрофой.

В каменноугольном периоде появляется много акул. Это были еще не настоящие акулы, населяющие современные океаны, однако по сравнению с другими группами рыб они представляли собой самых совершенных хищников. В отдельных случаях их зубы и плавниковые шипы переполняют каменноугольные отложения. Это свидетельствует о том, что каменноугольные акулы жили в любой воде. Зубы зазубренные, широкие, режущие, бугристые, так как акулы питались разнообразнейшими животными. Постепенно они истребили примитивных девонских рыб. Ножевидные зубы акул легко разгрызали панцирь трилобитов, широкие бугристые зубные пластинки хорошо раздробляли толстые раковины моллюсков. Пиловидные, заостренные ряды зубов позволяли акулам питаться колониальными животными. Формы и размеры акул были такими же разнообразными, как и способ их питания. Одни из них окружали коралловые рифы и с молниеносной быстротой преследовали свою добычу, другие же неторопливо охотились на моллюсков, трилобитов либо зарывались в ил и подстерегали добычу. Акулы с пиловидным выростом на голове искали жертв в зарослях морских водорослей. Крупные акулы часто нападали на более мелких, поэтому у некоторых из последних для защиты в ходе эволюции возникли плавниковые шипы и накожные зубы.

Акулы интенсивно размножались. Это в конечном итоге привело к перенаселению моря этими животными. Были истреблены многие формы аммонитов, исчезли одиночные кораллы, представлявшие для акул легкодоступную питательную пищу, значительно сократилось число трилобитов, погибли все моллюски, имевшие тонкую раковину. Лишь толстые раковины спириферов не поддавались хищникам.

Сохранились и продуктусы. Они защищались от хищников длинными шипами.

В пресноводных бассейнах каменноугольного периода жило множество эмалевочешуйчатых рыб. Некоторые из



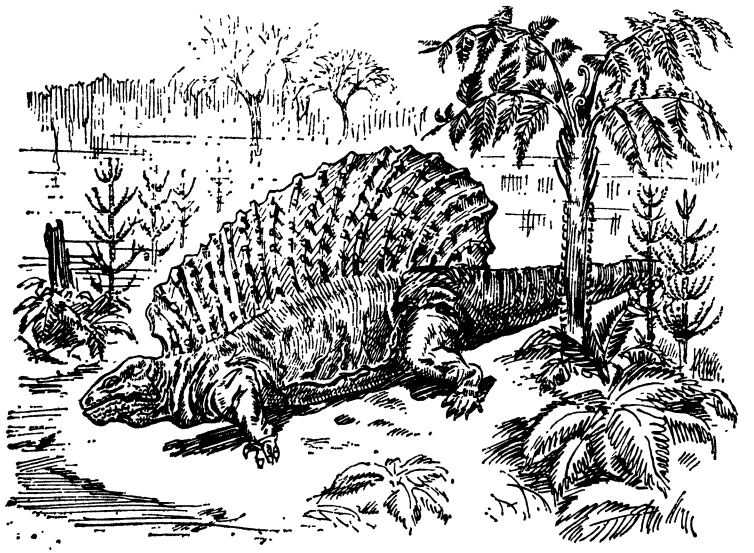
Урокодилусы — земноводные каменноугольного периода.

них прыгали по илистому берегу, наподобие современных рыб-прыгунов. Спасаясь от врагов, насекомые покинули водную среду и заселили сушу сначала вблизи болот и озер, а затем— горы, долины и пустыни каменноугольных материков.

Среди насекомых каменноугольного периода отсутствуют пчелы и бабочки. Это понятно, так как в то время еще

не было цветковых растений, чьей пыльцой и нектаром питаются эти насекомые.

Животные, дышащие легкими, впервые появляются на материках девонского периода. Ими были земноводные.



Эдафозавр.

Жизнь земноводных тесно связана с водой, поскольку размножаются они лишь в воде. Теплый влажный климат карбона чрезвычайно благоприятствовал расцвету земноводных. Их скелеты еще не полностью окостенели, челюсти имели нежные зубчики. Кожа была покрыта чешуей. За низкий крышеобразный череп вся группа земноводных получила наименование стегоцефалов (панцироголовых). Раз-

меры тела земноводных колебались от 10 см до 5 м. У большинства из них было четыре ноги с короткими пальцами. Некоторые имели когти, позволявшие им лазить по деревьям. Появляются и безногие формы. В зависимости от образа жизни земноводные приобрели тритоновидную, змеевидную, саламандровидную формы. В черепе земноводных было пять отверстий: два носовых, два глазных и теменной глаз. Впоследствии этот теменной глаз преобразовался в шишковидную железу головного мозга млекопитающих. Спина у стегоцефалов была голой, а брюхо покрывала нежная чешуя. Они населяли неглубокие озера и болотистые места близ побережья.

Наиболее характерный представитель первых пресмыкающихся — эдафозавр. Он напоминал огромную ящерицу. На спине у него имелся высокий гребень из длинных костяных шипов, соединенных между собой кожистой перепонкой. Эдафозавр был травоядным ящером и жил вблизи каменноугольных болот.

С каменноугольными отложениями связано большое количество каменноугольных бассейнов, залежи нефти, железа, марганца, меди, известняков.

Длился этот период 65 млн. лет.

ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД

Пермские отложения впервые были описаны вблизи города Перми (РСФСР). Пермский период подразделяют на два отдела: нижний и верхний.

В результате горообразовательных процессов возникла Урало-Тянь-Шаньская платформа, Атлантия соединилась с Азией. Образовался огромный северный материк Лавразия. Продолжают формироваться Американские Кордильеры и Анды, Австралийские Кордильеры и Донецкий кряж. На территории Гондваны образовались большие углубле-

ния, в которых накапливались толщи осадочных пород: песков, гипсов, конгломератов.

Климат стал очень сухим. Исчезают многие внутриконтинентальные моря, озера, болота. Высокие горы обусловили дифференциацию климатических условий. В результате деятельности многочисленных вулканов возникли толщи вулканических пород.

Флора первой половины пермского периода отличается от флоры каменноугольного тем, что в это время значительно уменьшилось количество сигиллярий, лепидодендронов и кордаитов, преобладающими же формами стали папоротники и новые группы голосеменных растений. В болотах и мелких заливах, как и в каменноугольном периоде, еще растут каламиты, а поблизости — древовидные и травянистые папоротники.

Распространяются хвойные, гинкговые и саговники. По своему внешнему виду саговники напоминают пальмы. Органы размножения саговников — мужские и женские шишки. Их семена небольшие.

Из гинкговых до наших дней дожил лишь один вид. Это большое дерево с лопастевидными листьями. Сохранились гинкго благодаря человеку. Китайцы и японцы считали это дерево священным и выращивали вблизи храмов. Теперь гинкго растет почти во всех ботанических садах.

Особого развития в пермский период достигли языковые папоротники. На пучке корней, закрепленном в мягкой почве многочисленными отростками, поднимался шершавый ствол с ветвями, на которых располагались широкие папоротникообразные листья. Среди языковых папоротников различают кустовые и древовидные формы. На поперечных сечениях некоторых стволов окаменелых деревьев обнаружены кольца, свидетельствующие о сезонных изменениях климата. Неравномерность развития колец древесины могла быть связана как с более холодным

временем года, так и с засушливым сезоном на протяжении одного или даже нескольких лет.

По своему виду хвойные растения напоминали современные араукарии, растущие на островах вблизи Австралии. Росли также кордаиты, близкие к современным. Их далекие потомки произрастают в Новой Зеландии. Кордаиты были очень похожи на сосну, остатки которой также встречаются в пермских отложениях. Из этих растений на протяжении пермского периода на побережьях, в долинах рек, в болотах и других влажных местах формировались мощные толщи каменного угля.

Растения и животные с известковыми раковинами поглотили из атмосферы каменноугольного периода огромное количество углекислого газа. Одновременно растения обогатили атмосферу свободным кислородом. В пермском периоде состав атмосферы приближался к современному, возникли климатические зоны. Расцвет травянистой растительности создал условия для возникновения и развития травоядных форм животных.

В прибрежных районах Гондванского материка, который простирался от Бразилии поперек Атлантического океана, включал Америку и через Мадагаскар достигал Индии и Австралии, находятся мощные толщи красных и желтых песчаников с остатками морской фауны: губок, двустворчатых, головоногих, брюхоногих, плеченогих моллюсков, иглокожих. Однако морской животный мир пермского периода намного беднее каменноугольного.

Фораминиферы встречаются редко, резко уменьшается количество губок, кораллов, иглокожих. Почти отсутствуют трилобиты. В конце перми вымирают табуляты, древние ежи.

Среди головоногих моллюсков развились новые формы аммонитов. В общем головоногие моллюски в пермских морях приобретают очень сложную организацию. Появляются наутилоидеи. Возникают формы брахиопод, живущие

в наше время в Индийском океане. В пресных и солоноватых водах встречаются двустворчатые моллюски. Среди брюхоногих моллюсков развились главным образом переднежаберные. Продолжают существовать мшанки. Они образовывали рифы. Значительного развития достигли рачки остракоды и червеобразные.

Среди позвоночных в пермских морях значительное место занимали акулообразные — хрящевые рыбы со скрученными в спираль зубами. Появляются пресноводные акулы. Уменьшается количество кистеперых рыб. С началом пермского периода земноводные становятся довольно разнообразными. Небольшие формы, величиной в несколько сантиметров, жили рядом с гигантскими предками лягушек, достигавшими размеров быка.

Земноводные различались не только по размерам, но и по образу жизни. Обитали они и в воде, и на суше, питались насекомыми и рыбами, водорослями и папоротниками. Приспосабливаясь к наземным условиям, они все меньше времени проводили в воде.

Пресмыкающиеся по форме и строению тела сильно напоминали стегоцефалов. Однако самые примитивные представители данного класса были уже гораздо лучше приспособлены к условиям жизни на суше (имеется в виду способ размножения и развития зародышей). В то время как земноводные, подобно своим предкам — рыбам, размножались, откладывая икру в воду, пресмыкающиеся стали класть яйца непосредственно на суше. Более крупные, чем икра, яйца обладали значительным запасом питательных веществ, что позволяло зародышу развиваться минуя стадию личинки. Детеныши пресмыкающихся отличались от взрослых лишь по величине, личинки же земноводных вели водный образ жизни, отличаясь по своему строению от взрослых особей так, как современные головастики от лягушек. Кладка яиц на суше способствовала образованию у них нескольких оболочек. Оболочки предохраняли яйца

от механического повреждения и высыхания, обеспечивали зародыш воздухом. Волокнистая и известковая оболочки предохраняли яйца от растекания, механических повреждений и проникновения бактерий. Белковая оболочка содержала основные запасы воды. Часть ее выделялась в результате окисления жиров, часть поступала из наружной оболочки. По мере развития зародыша возникали и другие оболочки.

Эволюция пресмыкающихся происходила очень быстро, поскольку на суше еще не было животных, способных конкурировать с ними. Еще задолго до конца пермского периода пресмыкающиеся вытесняют стегоцефалов. Примитивные пресмыкающиеся — котилозавры — дали многочисленных потомков, впоследствии захвативших воду, сушу и воздух. Величиной от лягушки до бегемота, они еще имели много признаков стегоцефалов, в частности зубы и ребра, располагавшиеся от шеи до хвоста, короткие массивные конечности. Но строение черепа, позвонков, кожи уже было таким же, как у пресмыкающихся.

Более сложной по сравнению с другими пресмыкающимися организацией обладали парейазавры, размеры которых достигали 3 м. Однако и они имели в плечевом поясе кожные кости, свойственные рыбам и земноводным. Череп парейазавров представлял собой сплошную костную коробку с отверстиями для глаз, ноздрей и теменного органа. Они были травоядными и жили на берегах рек и озер.

В середине пермского периода достигли расцвета котилозавры. В начале триаса они вымерли. Появились более организованные и специализированные пресмыкающиеся — потомки котилозавров. Пермские пресмыкающиеся приспосабливались к разнообразнейшим условиям жизни. Большинство групп животных стали более подвижными, а их скелеты — более легкими. Они питались разнообразной пищей: растениями, моллюсками, рыбой.

Появляются и настоящие хищники — пеликозавры, на позвоночниках которых имелись высокие гребни. У некоторых пресмыкающихся конечности удлиняются, исчезают кожные кости. В височной области черепа возникают дуги, к которым прикреплялась сложная система мышц. Зубы травоядных становятся плоскими, а такой четырехметровый хищник, как иностранцевия, имел уже настоящие клыки.

Среди хищных пресмыкающихся появляются формы, похожие на современных волков, гиен, куниц. Это говорит о том, что образ жизни животных того времени и нынешних был сходным.

Среди пермских пресмыкающихся жили и зверозубые. Их зубы, как и зубы млекопитающих, различались между собой по форме. У них были резцы, клыки и бугристые коренные зубы. Нижняя челюсть состояла из одной зубной кости, а не из нескольких, как у рыб, земноводных и типичных пресмыкающихся. Подобно млекопитающим, зверозубые пресмыкающиеся имели вторичное костное нёбо, отделявшее носоглотку от ротовой полости. Это позволяло млекопитающим жевать пищу. Зверозубые похожи на млекопитающих также по строению лопаток и таза. Все это свидетельствует о том, что зверозубые были предками млекопитающих.

Пресмыкающиеся разных и одних и тех же пермских материков существенно отличались друг от друга. Очевидно, в пермский период существовали различные климатические зоны.

С пермским периодом связаны значительные месторождения угля, каменной и калийной солей, железной руды, меди, цветных металлов, ртути и нефти.

Продолжался пермский период 55 млн. лет.

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА

Мезозойская эра — это эра средней жизни. Она названа так потому, что флора и фауна данной эры являются переходными между палеозойской и кайнозойской. В мезозойскую эру постепенно формируются современные очертания материков и океанов, современная морская фауна и флора. Образовались Анды и Кордильеры, горные массивы Китая и Восточной Азии. Сформировались впадины Атлантического и Индийского океанов. Началось формирование впадин Тихого океана.

Подразделяется мезозойская эра на три периода: триасовый, юрский и меловой.

ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД

Триасовый период получил свое название от того, что к его отложениям причисляют три разных комплекса пород: нижний — континентальный песчаник, средний — известняковый и верхний — нейпер.

Наиболее характерными отложениями триасового периода являются: континентальные песчано-глинистые породы (нередко с линзами угля); морские известняки, глины, сланцы; лагунные ангидриты, соли, гипсы.

В триасовый период северный материк Лавразия соединился с южным — Гондваной. Большой залив, начинавшийся на востоке Гондваны, простирался вплоть до северного побережья современной Африки, затем поворачивал на юг, почти полностью отделяя Африку от Гондваны. С запада тянулся длинный залив, отделявший западную часть Гондваны от Лавразии. На Гондване возникло много впадин, постепенно заполнявшихся континентальными отложениями.

В среднем триасе усилилась деятельность вулканов. Обмелевают внутриконтинентальные моря, образуются

многочисленные впадины. Начинается формирование горных хребтов Южного Китая и Индонезии. На территории современного Средиземноморья климат был теплым и влажным. Более прохладным и влажным он был в тихоокеанской зоне. На территории Гондваны и Лавразии господствовали пустыни. Холодным и сухим был климат северной половины Лавразии.

Наряду с изменениями в распределении моря и суши, формированием новых горных массивов и вулканических областей, интенсивно проходила смена одних животных и растительных форм другими. Лишь немногие семейства перешли из палеозойской эры в мезозойскую. Это дало основание некоторым исследователям для утверждения о великих катастрофах, происшедших на рубеже палеозоя и мезозоя. Однако при исследовании отложений триасового периода можно легко убедиться, что резкой грани между ними и пермскими отложениями не существует, следовательно, одни формы растений и животных сменялись другими, вероятно, постепенно. Главной причиной являлись не катастрофы, а эволюционный процесс: более совершенные формы постепенно вытесняли менее совершенные.

Сезонное изменение температур триасового периода начало оказывать заметное влияние на растения и животных. Отдельные группы пресмыкающихся приспособились к холодным сезонам. Именно от этих групп в триасе произошли млекопитающие, а несколько позднее — и птицы. В конце мезозойской эры климат стал еще более холодным. Появляются листопадные древесные растения, которые в холодные сезоны частично или полностью сбрасывают листья. Данная особенность растений — это приспособление к более холодному климату.

Похолодание в триасовом периоде было незначительным. Сильнее всего оно проявилось в северных широтах. На остальной территории было тепло. Поэтому пресмыкающиеся чувствовали себя в триасовом периоде достаточно хо-

рошо. Разнообразнейшие их формы, с которыми мелкие млекопитающие еще не способны были конкурировать, расселились по всей поверхности Земли. Необычайному расцвету пресмыкающихся способствовала также богатая растительность триасового периода.

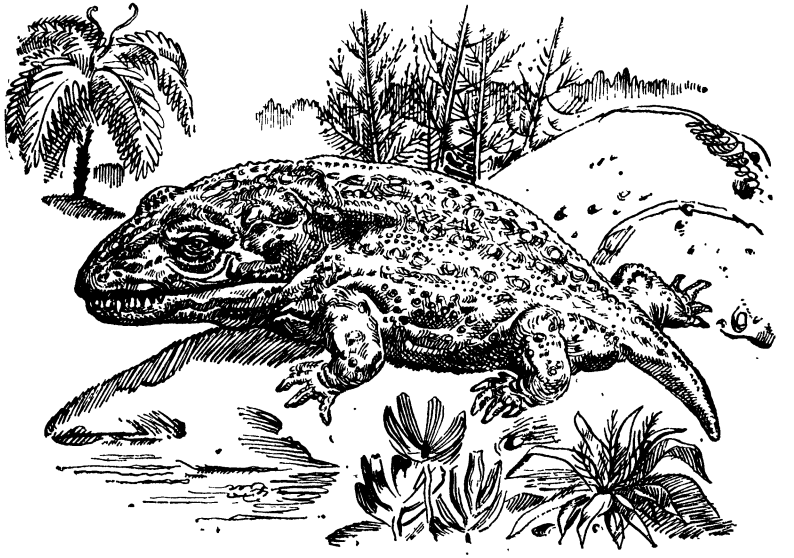
В морях развились исполинские формы головоногих моллюсков. Диаметр раковин некоторых из них был до 5 м. Правда, и теперь в морях обитают исполинские головоногие моллюски, например кальмары, достигающие 18 м в длину, однако в мезозойскую эру исполинских форм было намного больше.

Состав атмосферы триасового периода по сравнению с пермским изменился мало. Климат стал более влажным, однако пустыни в центре континента оставались. Некоторые растения и животные триасового периода дожили до наших дней в районе Средней Африки и Южной Азии. Это говорит о том, что состав атмосферы и климат отдельных участков суши почти не изменились на протяжении мезозойской и кайнозойской эр.

И все же стегоцефалы вымерли. Их вытеснили пресмыкающиеся. Более совершенные, подвижные, хорошо приспособленные к разнообразным условиям жизни, они питались той же пищей, что и стегоцефалы, селились в тех же местах, поедали молодняк стегоцефалов и в конечном итоге истребили их.

Среди триасовой флоры изредка еще встречались каламиты, семенные папоротники и кордаиты. Преобладали настоящие папоротники, гинкговые, беннетитовые, саговниковые, хвойные. Саговниковые существуют и в настоящее время в районе Малайского архипелага. Они известны под названием саговых пальм. По своему внешнему виду саговниковые занимают промежуточное место между пальмами и папоротниками. Ствол саговниковых довольно толстый, колоннообразный. Крона состоит из жестких перистых листьев, расположенных венчиком. Размножаются растения при помощи макро- и микроспор.

Папоротники триаса представляли собой прибрежные травянистые растения, имевшие широкие рассеченные листья с сетчатым жилкованием. Из хвойных растений хорошо изучена вольтция. Она имела густую крону и такие, как у ели, шишки.



Мастодонозавр.

Гинкговые были довольно высокими деревьями, их листья образовывали густые кроны.

Особое место среди триасовых голосеменных занимали беннетиты — деревья с мутовчатыми крупными сложными листьями, напоминающими листья саговников. Органы размножения беннетитов занимают промежуточное место меж-

ду шишками саговников и цветками некоторых цветковых растений, в частности магнолиевых. Таким образом, вероятно, именно беннетитов следует считать предками цветковых растений.

Из беспозвоночных триасового периода известны уже все типы животных, существующих и в наше время. Наиболее характерными морскими беспозвоночными были рифообразующие животные и аммониты.

В палеозое уже существовали животные, которые колониями покрывали дно моря, образуя рифы, хотя и не очень мощные. В триасовый период, когда вместо табулят появляется много колониальных шестилучевых кораллов, начинается формирование рифов толщиной до тысячи метров. Чашечки шестилучевых кораллов имели шесть или двенадцать известковых перегородок. В результате массового развития и быстрого роста кораллов на дне моря образовывались подводные леса, в которых селились многочисленные представители других групп организмов. Некоторые из них принимали участие в рифообразовании. Двустворчатые моллюски, водоросли, морские ежи, морские звезды, губки жили между кораллами. Разрушаемые волнами, они образовывали грубозернистый или мелкозернистый песок, заполнявший все пустоты кораллов. Вымытый волнами из этих пустот, известковый ил откладывали в бухтах и лагунах.

Довольно характерны для триасового периода некоторые двустворчатые моллюски. Их тонкие, как бумага, раковины с хрупкими ребрами образуют в отдельных случаях целые прослойки в отложениях данного периода. Жили двустворчатые моллюски в мелководных илистых бухтах — лагунах, на рифах и между ними. В верхнетриасовом периоде появляется множество толстораковинных двустворчатых моллюсков, прочно прикреплявшихся к известняковым отложениям мелководных бассейнов.

В конце триаса в связи с усилением вулканической деятельности часть известняковых отложений покрылась

пеплом и лавами. Поднимавшийся из недр Земли пар принес с собой многие соединения, из которых образовались месторождения цветных металлов.

Самыми распространенными из брюхоногих моллюсков были переднежаберные. Широко распространились в морях триасового периода аммониты, раковины которых в отдельных местах скопились в огромном количестве. Появившись в силурийском периоде, они на протяжении всей палеозойской эры еще не играли большой роли среди других беспозвоночных. Аммониты не могли успешно конкурировать с довольно сложными наутилоидеями. Раковины аммонитов были образованы из известковых пластинок, имевших толщину папиросной бумаги и потому почти не защищавших мягкое тело моллюска. Только когда их перегородки согнулись в многочисленные складки, раковины аммонитов приобрели прочность и превратились в настоящее укрытие от хищников. С усложнением перегородок раковины сделались еще более прочными, а наружное строение дало им возможность приспособиться к самым разнообразным условиям жизни.

Представителями иглокожих были морские ежи, лилии и звезды. На верхнем конце тела морских лилий располагалась похожая на цветок основная часть. В ней различают венчик и хватательные органы — «руки». Между «руками» в венчике находились ротовое и анальное отверстия. «Руками» морская лилия загребала в ротовое отверстие воду, а вместе с ней и морских животных, которыми питалась. Стебель многих триасовых морских лилий был спиральным.

В триасовых морях обитали известковые губки, мшанки, листоногие раки, остракоды.

Рыбы были представлены водившимися в пресных водоемах акулами и населявшими море моллюскоидами. Появляются первые примитивные костистые рыбы. Мощные плавники, хорошо развитый зубной аппарат, совершенная форма, прочный и легкий скелет — все это способствова-

ло быстрому распространению костистых рыб в морях нашей планеты.

Земноводные были представлены стегоцефалами из группы лабиринтодонтов. Это были малоподвижные животные с небольшим туловищем, маленькими конечностями и крупной головой. Они лежали в воде в ожидании добычи, и когда добыча приближалась, хватали ее. Их зубы имели сложную лабиринтообразную складчатую эмаль, поэтому их и назвали лабиринтодонтами. Кожа увлажнялась слизистыми железами. Другие амфибии выходили на сушу охотиться на насекомых. Наиболее характерные представители лабиринтодонтов — мастодонозавры. Эти животные, черепа которых достигали одного метра в длину, по внешнему виду напоминали огромных лягушек. Они охотились на рыб и поэтому редко оставляли водную среду.

Болот становилось меньше, и мастодонозавры вынуждены были заселять все более глубокие места, часто скапливаясь в большом количестве. Вот почему теперь находят много их скелетов на небольших участках.

Пресмыкающиеся в триасе характеризуются значительным разнообразием. Появляются новые группы. Из котилозавров остаются лишь проколофоны — небольшие животные, питавшиеся насекомыми. Чрезвычайно любопытную группу пресмыкающихся представляли архозавры, к которым принадлежали текодонты, крокодилы и динозавры. Представители текодонтов, величиной от нескольких сантиметров до 6 м, являлись хищниками. Они еще отличались рядом примитивных особенностей и походили на пермских пеликозавров. Одни из них — псевдозухии — имели длинные конечности, длинный хвост и вели наземный образ жизни. Другие, в том числе крокодилообразные фитозавры, обитали в воде.

Крокодилы триасового периода — небольшие примитивные животные протозухии — жили в пресных водоемах.

Среди динозавров появляются тероподы и прозауроподы. Тероподы передвигались на хорошо развитых задних

конечностях, имели тяжелый хвост, мощные челюсти, небольшие и слабые передние конечности. По величине эти животные были от нескольких сантиметров до 15 м. Все они относились к хищникам.

Прозауроподы питались, как правило, растениями. Некоторые из них были всеядными животными. Ходили они на четырех ногах. Прозауроподы имели небольшую голову, длинную шею и хвост.

Представители подкласса синаптозавров вели самый разнообразный образ жизни. Трилофозавр лазил по деревьям, питался растительной пищей. По внешнему виду он напоминал кошку.

Тюленеобразные пресмыкающиеся жили у побережья, питались главным образом моллюсками. Плезиозавры обитали в море, но иногда выходили на берег. Они достигали 15 м в длину. Питались рыбой.

В отдельных местах довольно часто находят отпечатки ступней огромного животного, ходившего на четырех ногах. Его назвали хиротериумом. По сохранившимся отпечаткам можно представить строение ступни этого животного. Четыре неуклюжих пальца окружали толстую мясистую подошву. На трех из них были когти. Передние конечности хиротериума почти втрое меньше задних. На влажном песке животное оставляло глубокие следы. При отложении новых пластов следы постепенно окаменевали. Позднее суша была залита морем, скрывшим следы. Они оказались засыпанными морскими отложениями. Следовательно, в ту эпоху неоднократно заливало море. Острова опускались ниже уровня моря, и жившие на них животные вынуждены были приспосабливаться к новым условиям. В море появляется много пресмыкающихся, которые, несомненно, произошли от материковых предков. Быстро развились черепахи с широким костяным панцирем, дельфинообразные ихтиозавры — рыбоящеры и исполинские плезиозавры с маленькой головой на длинной шее. Преобразуются их позвонки, изменяются конечности. Шейные

позвонки ихтиозавра срастаются в одну кость, а у черепах разрастаются, образуя верхнюю часть панциря.

Ихтиозавр имел ряд однородных зубов, у черепах зубы исчезают. Пятипалые конечности ихтиозавров превращаются в хорошо приспособленные для плавания ласты, у которых трудно различить плечо, предплечье, запястье и кости пальцев.

Начиная с триасового периода, пресмыкающиеся, перешедшие жить в море, постепенно заселяют все более обширные пространства океана.

Древнейшее млекопитающее, найденное в триасовых отложениях Северной Каролины, называется дрематериумом, что в переводе значит «бегающий зверь». Этот «зверь» был всего 12 см в длину. Дрематериум принадлежал к яйцекладущим млекопитающим. Они, подобно современным австралийской ехидне и утконосу, не рождали детенышей, а откладывали яйца, из которых вылупливались недоразвитые детеныши. В отличие от пресмыкающихся, совершенно не заботившихся о своих потомках, дрематериумы выкармливали детенышей молоком.

С отложениями триасового периода связаны месторождения нефти, природных газов, бурого и каменного угля, железной и медной руд, каменной соли.

Длился триасовый период 35 млн. лет.

ЮРСКИЙ ПЕРИОД

Впервые отложения данного периода были найдены в Юрах (горы в Швейцарии и Франции), отсюда и произошло название периода. Юрский период подразделяется на три отдела: лейяс, догер и мальм.

Отложения юрского периода довольно разнообразны: известняки, обломочные породы, сланцы, магматические породы, глины, пески, конгломераты, сформировавшиеся в разнообразнейших условиях.

Значительно распространены осадочные породы, содержащие множество представителей фауны и флоры.

Интенсивные тектонические движения в конце триасового и в начале юрского периодов способствовали углублению больших заливов, постепенно отделивших Африку и Австралию от Гондваны. Углубился залив между Африкой и Америкой. В Лавразии сформировались впадины: Немецкая, Англо-Парижская, Западно-Сибирская. Арктическое море залило северное побережье Лавразии.

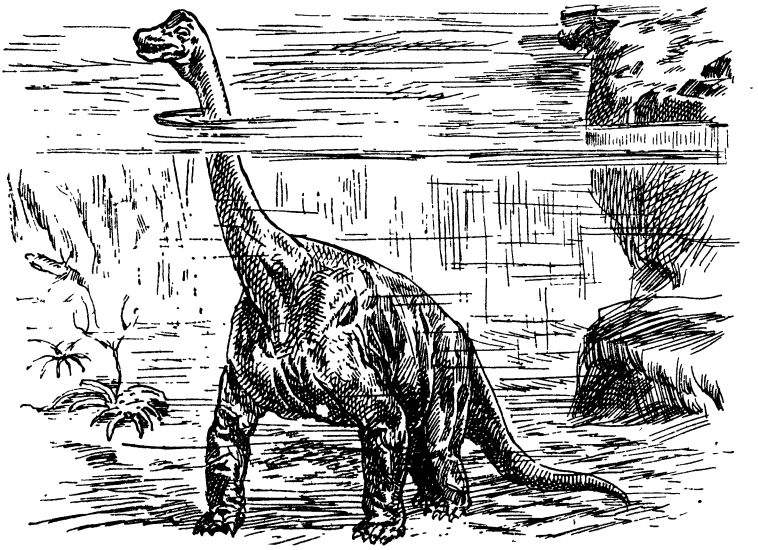
Интенсивный вулканизм и горообразовательные процессы обусловили формирование Верхоянской складчатой системы. Продолжалось формирование Анд и Кордильер. Теплые морские течения достигли арктических широт. Климат стал теплым и влажным. Об этом говорит значительное распространение коралловых известняков и остатки теплолюбивой фауны и флоры. Совсем мало встречается отложений сухого климата: лагунных гипсов, ангидритов, солей и красных песчаников. Уже существовало холодное время года, однако оно характеризовалось лишь понижением температуры. Не было ни снега, ни льда.

Климат юрского периода зависел не только от солнечного света. Множество вулканов, излияния магмы на дно океанов подогревали воду и атмосферу, насыщали воздух паром воды, выпадавшей затем дождями на сушу, бурными потоками стекавшей в озера и океаны. Об этом свидетельствуют многочисленные пресноводные отложения: белые песчаники, чередующиеся с темными суглинками.

Теплый и влажный климат благоприятствовал расцвету растительного мира. Папоротникообразные, цикадовые, хвойные образовывали обширные болотистые леса. На побережье произрастали араукарии, туи, цикадовые. Папоротники и хвощи образовывали подлесок. В нижней юре на всей территории северного полушария растительность была довольно однообразной. Но уже начиная со средней юры, можно определить два растительных пояса: северный, в котором преобладали гинкго и травянистые папоротники,

и южный с беннетитами, цикадовыми, араукариями, древовидными папоротниками.

Характерными папоротниками юрского периода являлись матонии, сохранившиеся до сих пор на Малайском ар-



Брахиозавр.

хипелаге. Хвощи и плауны почти не отличались от современных. Место вымерших семенных папоротников и кордаитов занимают саговники, растущие и теперь в тропических лесах.

Значительно распространены были также гинкговые. Их листья обращались к солнцу ребром и напоминали огромные веера. От Северной Америки и Новой Зеландии до

Азии и Европы росли густые леса хвойных растений — араукарий и беннетитов. Появляются первые кипарисовые и, возможно, еловые.

К представителям юрских хвойных относится также секвойя — современная гигантская калифорнийская сосна. В настоящее время секвойи остались только на Тихоокеанском побережьи Северной Америки. Сохранились отдельные формы еще более древних растений, например гласспотерис. Но таких растений немного, поскольку они были вытеснены более совершенными.

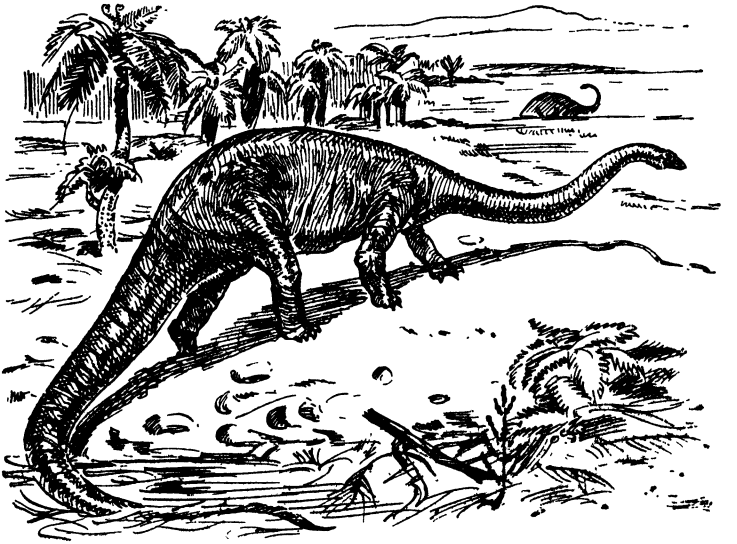
Буйная растительность юрского периода способствовала широкому распространению пресмыкающихся. Значительно развились динозавры. Среди них выделяют ящеротазовых и птицетазовых. Ящеротазовые передвигались на четырех ногах, имели на ступнях по пять пальцев, питались растениями. Большинство из них имели длинную шею, маленькую голову и длинный хвост. У них было два мозга: один небольшой — в голове; второй значительно больший по величине — у основания хвоста.

Самым крупным из юрских динозавров был брахиозавр, достигавший в длину 26 м, весивший около 50 т. У него были столбовидные ноги, маленькая голова, толстая длинная шея. Жили брахиозавры на берегах юрских озер, питались водной растительностью. Ежедневно брахиозавру было нужно не менее полутонны зеленой массы.

Диплодок — древнейшее пресмыкающееся, его длина составляла 28 м. У него была длинная тонкая шея и длинный толстый хвост. Подобно брахиозавру, диплодок передвигался на четырех ногах, задние были длиннее передних. Бо́льшую часть своей жизни диплодок проводил на болотах и озерах, где пасся и спасался от хищников.

Бронтозавр был сравнительно высоким, имел большой горб на спине и толстый хвост. Длина его составляла 18 м. Позвонки бронтозавра были полые. Долотовидные маленькие зубы густо располагались на челюстях небольшой головы. Обитал бронтозавр в болотах, на берегах озер.

Птицетазовые динозавры подразделяются на двуногих и четвероногих. Разные по величине и внешнему виду, они питались преимущественно растительностью, но среди них уже появляются и хищники.

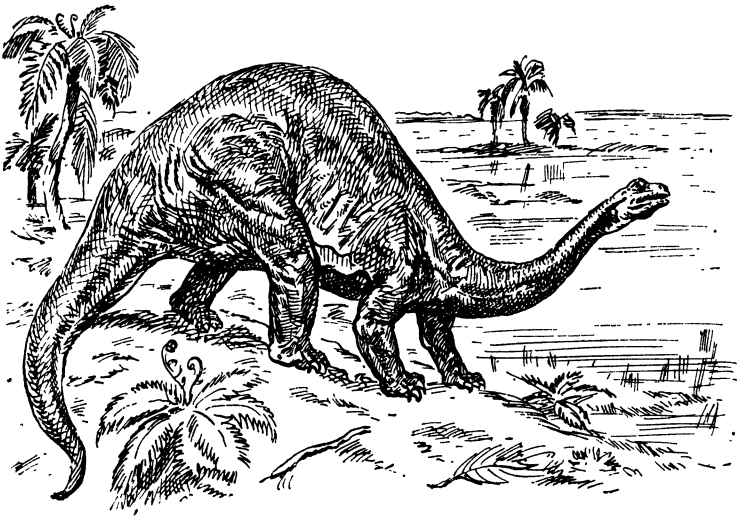


Диплодок.

К растительноядным относятся стегозавры. У них имелось по два ряда больших пластин на спине и парные шипы на хвосте, защищавшие их от хищников. Появляется множество чешуйчатых лепидозавров — мелких хищников с клювовидными челюстями.

В юрский период впервые появляются летающие ящеры. Летали они при помощи кожистой оболочки, натяну-

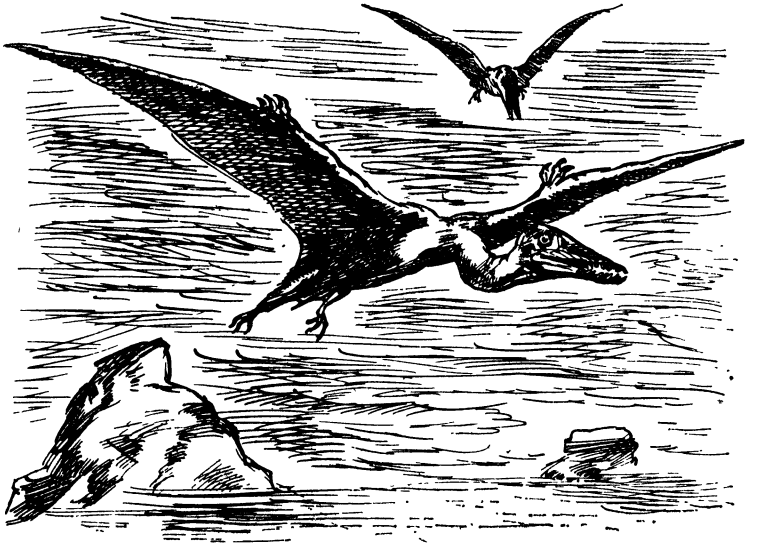
той между длинным пальцем кисти и костями предплечья. Летающие ящеры были хорошо приспособлены к полету. Они имели легкие трубкообразные кости. Чрезвычайно удлиненный внешний пятый палец передних конечностей со-



Бронтозавр.

стоял из четырех суставов. Первый палец имел вид маленькой кости либо совсем отсутствовал. Второй, третий и четвертый пальцы состояли из двух, реже трех костей и имели когти. Задние конечности были довольно сильно развиты. На их концах имелись острые когти. Череп летающих ящеров был сравнительно крупным, как правило, удлиненным и заостренным. У старых ящеров черепные

кости срастались и черепа становились похожими на черепа птиц. Межчелюстная кость иногда разрасталась в удлиненный беззубый клюв. У зубатых ящеров зубы были простыми и сидели в углублениях. Самые крупные зубы

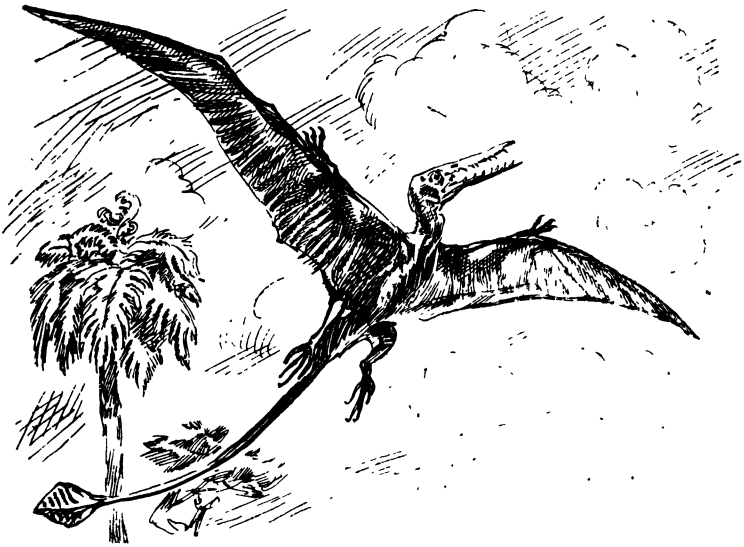


Птеродактиль.

находились спереди. Иногда они торчали в сторону. Это помогало ящерам ловить и удерживать добычу. Позвоночник животных состоял из 8 шейных, 10—15 спинных, 4—10 крестцовых и 10—40 хвостовых позвонков. Грудная клетка была широкой и имела высокий киль. Лопатки были длинными, тазовые кости срослись. Наиболее характер-

ные представители летающих ящеров — птеродактиль и рамфоринх.

Птеродактили в большинстве случаев были бесхвостыми, разными по величине — от размеров воробья до во-



Рамфоринх.

роны. Они имели широкие крылья и вытянутый вперед узкий череп с небольшим числом зубов в передней части. Птеродактили жили большими стаями на берегах лагун позднеюрского моря. Днем они охотились, а с наступлением ночи укрывались на деревьях или в скалах. Кожа птеродактилей была морщинистой и голой. Питались они главным образом рыбой, иногда морскими лилиями, мол-

люсками, насекомыми. Для того, чтобы взлететь, птеродактили вынуждены были спрыгивать со скал или деревьев.

Рамфоринхи имели длинные хвосты, длинные узкие крылья, большой череп с многочисленными зубами. Длинные зубы разной величины выгибались вперед. Хвост ящера заканчивался лопастью, служившей рулем. Рамфоринхи могли взлетать с земли. Они селились на берегах рек, озер и морей, питались насекомыми и рыбой.

Летающие ящеры жили только в мезозойскую эру, причем их расцвет приходится на позднеюрский период. Их предками являлись, по-видимому, вымершие древние пресмыкающиеся псевдозухии. Длиннохвостые формы появились раньше короткохвостых. В конце юрского периода они вымерли.

Следует заметить, что летающие ящеры не были предками птиц и летучих мышей. Летающие ящеры, птицы и летучие мыши произошли и развивались каждый своим путем, и между ними отсутствуют близкие родственные связи. Единственный общий признак для них — умение летать. И хотя все они приобрели эту способность благодаря изменению передних конечностей, отличия в строении их крыльев убеждают нас в том, что у них были совершенно разные предки.

Моря юрского периода населяли дельфинообразные пресмыкающиеся — ихтиозавры. Они имели длинную голову, острые зубы, большие глаза, окруженные костным кольцом. Длина черепа некоторых из них составляла 3 м, а длина тела — 12 м. Конечности ихтиозавров состояли из костных пластинок. Локоть, плюсна, кисть и пальцы по форме мало отличались друг от друга. Около ста костных пластинок поддерживали широкий ласт. Плечевой и тазовый пояса были слабо развиты. На теле имелось несколько плавников. Ихтиозавры были живородящими животными. Наряду с ихтиозаврами жили плезиозавры. У них были толстое туловище с четырьмя ластообразными конечностями, длинная змеевидная шея с маленькой головой.

В юрский период появляются новые роды ископаемых черепах, а в конце периода — и современные черепахи.

Бесхвостые лягушкообразные земноводные обитали в пресных водоемах. В юрских морях было очень много рыб:

Археоптерикс.

костистых, скатов, акул, хрящевых, ганоидных. Они имели внутренний скелет из гибкой хрящевой ткани, пропитанной солями кальция: плотный костный чешуйчатый покров, хорошо защищавший их от врагов, и челюсти с крепкими зубами.

Из беспозвоночных в юрских морях водились аммониты, белемниты, морские лилии. Однако в юрский период

аммонитов насчитывалось гораздо меньше, чем в триасе. Юрские аммониты отличаются от триасовых и по своему строению, за исключением филоцераса, совершенно не изменившегося при переходе из триаса в юру. Отдельные группы аммонитов сохранили до нашего времени перламутр. Одни животные обитали в открытом море, другие — заселяли заливы и мелкие внутриконтинентальные моря.

Головоногие моллюски — белемниты — целыми стаями плавали в юрских морях. Наряду с небольшими экземплярами были настоящие великаны — длиной до 3 м.

Остатки внутренних раковин белемнитов, известные под названием «чертовы пальцы», встречаются в отложениях юрского периода.

В морях юрского периода получили значительное развитие также двустворчатые моллюски, особенно принадлежащие к семейству устриц. Они начинают образовывать устричные банки.

Значительные изменения претерпевают морские ежи, селившиеся на рифах. Наряду с дожившими до наших дней круглыми формами жили двусторонне-симметричные неправильной формы ежи. Их тело было вытянуто в одном направлении. Некоторые из них обладали челюстным аппаратом.

Юрские моря были относительно мелководными. Реки приносили в них мутную воду, задерживая газообмен. Глубокие бухты наполнялись гниющими остатками и илом, содержащим большое количество сероводорода. Именно поэтому в подобных местах хорошо сохранились остатки животных, занесенные морскими течениями или волнами.

Губки, морские звезды, морские лилии нередко переполняют юрские отложения. Значительное распространение получили в юрский период «пятирукие» морские лилии. Появляется много ракообразных: усоногие, десятиногие, листоногие раки, пресноводные губки, среди насекомых — стрекозы, жуки, цикады, клопы.

В юрский период появляются и первые птицы. Их

предками являлись древние пресмыкающиеся псевдозухии, давшие начало также динозаврам и крокодилам. Наиболее похожа на птиц орнитозухия. Она, подобно птицам, передвигалась на задних ногах, имела прочный таз и была покрыта похожей на перья чешуей. Часть псевдозухий перешла жить на деревья. Их передние конечности специализировались для обхвата пальцами ветвей. На черепе псевдозухии имелись боковые впадины, что значительно уменьшало массу головы. Лазанье по деревьям и прыгание по ветвям укрепили задние конечности. Постепенно расширявшиеся передние конечности поддерживали животных в воздухе и позволяли им планировать. В качестве примера подобного пресмыкающегося можно указать склеромохлюза. Его длинные тонкие ноги свидетельствуют о том, что он хорошо прыгал. Удлиненные предплечья помогали животным лазить и цепляться за ветки деревьев и кустов. Важнейшим моментом в процессе превращения пресмыкающихся в птиц было преобразование чешуи в перья. Сердце животных имело четыре камеры, чем обеспечивалась постоянная температура тела.

В позднеюрский период появляются первые птицы — археоптериксы, величиной с голубя. Кроме коротких перьев, на крыльях у археоптериксов было по семнадцать маховых перьев. Рулевые перья хвоста располагались на всех хвостовых позвонках и были направлены назад и вниз. Одни исследователи считают, что перья птицы были яркими, как у современных тропических птиц, другие — что перья были серого или коричневого цвета, третьи — что они были пестрыми. Масса птицы достигала 200 г. Многие признаки археоптерикса говорят о его родственных связях с пресмыкающимися: три свободных пальца на крыльях, покрытая чешуей голова, прочные конические зубы, состоявший из 20 позвонков хвост. Позвонки птицы были двояковогнутые, как у рыб. Археоптериксы жили в араукариевых и цикадовых лесах. Питались преимущественно насекомыми и семенами.

Среди млекопитающих появились хищники. Небольшие по размерам, они обитали в лесах и густых кустарниках, охотясь на мелких ящеров и других млекопитающих. Некоторые из них приспособились к жизни на деревьях.

С юрскими отложениями связаны месторождения угля, гипса, нефти, соли, никеля и кобальта.

Продолжался данный период 55 млн. лет.

МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

Меловой период получил такое название потому, что с ним связаны мощные отложения мела. Он подразделяется на два отдела: нижний и верхний.

Горообразовательные процессы в конце юрского периода значительно изменили очертания материков и океанов. Северная Америка, отделенная прежде от огромного Азиатского материка широким проливом, соединилась с Европой. На востоке Азия сомкнулась с Америкой. Южная Америка полностью отделилась от Африки. Австралия находилась там же, где она находится и в настоящее время, однако была меньше по размерам. Продолжается формирование Анд и Кордильер, а также отдельных хребтов Дальнего Востока.

В верхнемеловой период море залило обширные площади северных материков. Под водой находились Западная Сибирь и Восточная Европа, бóльшая часть Канады и Аравия. Накопляются мощные толщи мела, песков, мергелей.

В конце мелового периода вновь активизируются горообразовательные процессы, в результате которых сформировались горные хребты Сибири, Анды, Кордильеры и горные хребты Монголии.

Изменился климат. В высоких широтах на севере в меловой период уже была настоящая зима со снегом. В границах современной умеренной зоны часть пород деревьев (орех, ясень, бук) ничем не отличались от современных. Листья этих деревьев опадали на зиму. Однако, как и

прежде, климат в целом был гораздо теплее современного. Все еще были распространены папоротники, саговники, гинкговые, беннетиты, хвойные, в частности секвойи, тисы, сосны, кипарисы, ели.

В середине мелового периода буйно развиваются цветковые растения. В то же время они вытесняют представителей древнейшей флоры — споровые и голосеменные растения. Считается, что цветковые растения возникли и развились в северных районах, впоследствии они расселились по всей планете. Цветковые растения намного моложе хвойных, известных нам еще с карбонового периода. Густые леса из гигантских древовидных папоротников и хвощей не имели цветков. Они неплохо приспособились к условиям жизни того времени. Однако постепенно влажный воздух первичных лесов делался все более сухим. Дождей выпадало совсем мало, невыносимо жгло солнце. Высыхала почва в районах первичных болот. На южных материках возникли пустыни. Растения переместились в районы с более прохладным и влажным климатом севера. А затем снова пошли дожди, насыщавшие влажную почву. Климат древней Европы стал тропическим, на ее территории возникли леса, подобные современным джунглям. Вновь отступает море, и растения, населявшие побережье во влажном климате, оказались в более сухом климате. Многие из них погибли, но некоторые приспособились к новым условиям жизни, образовав плоды, защищавшие семена от высыхания. Потомки подобных растений постепенно заселили всю планету.

Почва также претерпевала изменения. Ил, остатки растений и животных обогащали ее питательными веществами.

В первичных лесах пыльца растений разносилась лишь ветром и водой. Однако появились первые растения, пыльцой которых питались насекомые. Часть пыльцы приставала к крыльям и ногам насекомых, и они переносили ее с цветка на цветок, опыляя растения. У опыленных расте-

ний семена созревали. Растения же, на которых не побывали насекомые, не размножались. Поэтому распространялись только растения с душистыми цветками разнообразнейших форм и красок.

С появлением цветков изменились и насекомые. Среди них появляются насекомые, которые вообще не могут жить без цветков: бабочки, пчелы. Из опыленных цветков развивались плоды с семенами. Птицы и млекопитающие поедали эти плоды и разносили семена на большие расстояния, распространяя растения на новые участки материков. Появилось много травянистых растений, заселивших степи и луга. Листья деревьев осенью осыпались, а в летнюю жару свертывались.

Растения распространились по Гренландии и островам Северного Ледовитого океана, где было относительно тепло. В конце мелового периода с похолоданием климата появилось много холодостойких растений: ива, тополь, береза, дуб, калина, свойственные и флоре нашего времени.

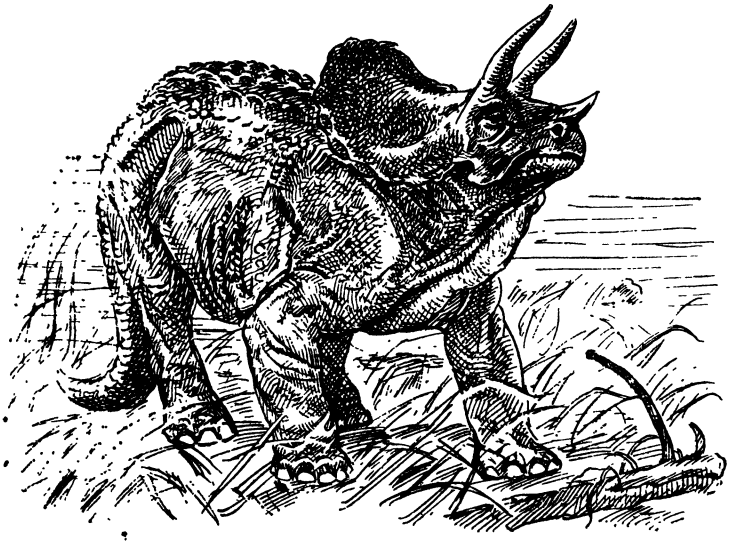
С развитием цветковых растений к концу мелового периода вымерли беннетиты, значительно уменьшилось количество саговников, гинкговых, папоротников. Наряду с изменением растительности изменялась и фауна.

Значительно распространились фораминиферы, раковины которых образовали мощные отложения мела. Появляются первые нуммулиты. Кораллы образовывали рифы.

Аммониты меловых морей имели раковины своеобразной формы. Если у всех существовавших до мелового периода аммонитов раковины завертывались в одной плоскости, то у меловых аммонитов были вытянутые раковины, согнутые в виде колена, встречались шарообразные и прямые. Поверхность раковин была покрыта шипами.

По мнению одних исследователей, причудливые формы меловых аммонитов являются признаком старения всей группы. Хотя некоторые представители аммонитов еще продолжали размножаться с большой скоростью, их жизненная энергия в меловой период почти иссякла.

По мнению других ученых, аммонитов истребили многочисленные рыбы, ракообразные, рептилии, млекопитающие, а диковинные формы меловых аммонитов являются не признаком старения, а означают попытку каким-то



Трицератопс.

образом уберечься от прекрасных пловцов, каковыми к тому времени стали костистые рыбы и акулы.

Исчезновению аммонитов способствовало также резкое изменение физико-географических условий в меловом периоде.

Белемниты, появившиеся намного позднее аммонитов, в меловой период также полностью вымирают. Среди

двустворчатых моллюсков были животные, разные по форме и величине, замыкавшие створки с помощью зубчиков и ямок. У устриц и других моллюсков, прикреплявшихся к морскому дну, створки становятся разными. Нижняя

Тиранозавр.

створка имела вид глубокой чаши, а верхняя — крышки. У рудистов нижняя створка превратилась в большой толстостенный бокал, внутри которого осталась лишь маленькая камера для самого моллюска. Круглая, похожая на крышку верхняя створка охватывала нижнюю прочными зубами, с помощью которых она могла подниматься и опускаться. Обитали рудисты главным образом в южных морях.

Кроме двустворчатых моллюсков, раковины которых состояли из трех слоев (наружного рогового, призматического и перламутрового), были моллюски с раковинами, имевшими только призматический слой. Это моллюски рода иноцерамус, широко расселившиеся в морях мелового периода,— животные, достигавшие одного метра в диаметре.

В меловой период появляется много новых видов брюхоногих моллюсков. Среди морских ежей особенно возрастает количество неправильных сердцевидных форм. А среди морских лилий появляются разновидности, не имеющие стебля и свободно плавающие в воде с помощью длинных перистых «рук».

Большие изменения произошли и среди рыб. В морях мелового периода постепенно вымирают ганоидные рыбы. Увеличивается количество костистых рыб (многие из них существуют и в наше время). Акулы постепенно приобретают современный вид.

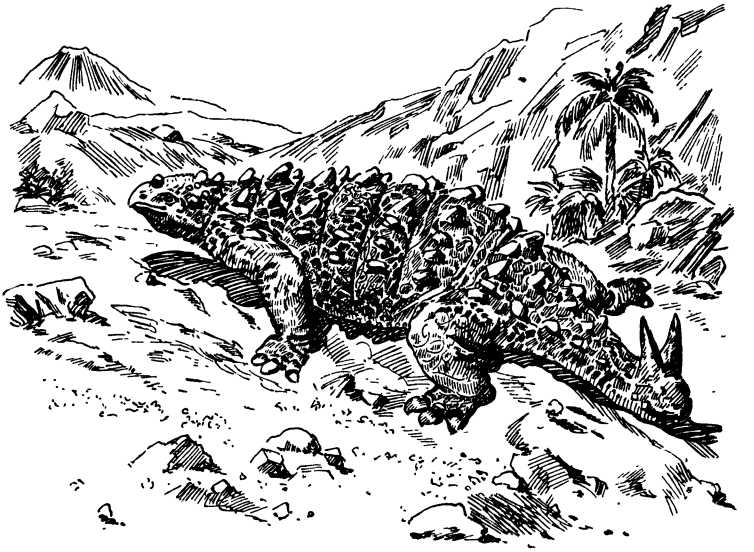
В море еще жили многочисленные пресмыкающиеся. Потомки вымерших в начале мелового периода ихтиозавров достигали 20 м в длину и имели по две пары коротких ластов.

Появляются новые формы плезиозавров и плиозавры. Они жили в открытом море. Крокодилы и черепахи населяли пресноводные и соленоводные бассейны. На территории современной Европы обитали большие ящерицы с длинными шипами на спине и огромные питоны.

Из наземных пресмыкающихся для мелового периода особенно характерными были траходоны и рогатые ящеры. Траходоны могли передвигаться как на двух, так и на четырех ногах. Между пальцами у них имелись перепонки, помогавшие им плавать. Челюсти траходонов напоминали утиный клюв. На них было до двух тысяч мелких зубов.

У трицератопсов были три рога на голове и огромный костяной щит, надежно защищавший животных от хищников. Жили они преимущественно в сухих местах. Питались растительностью.

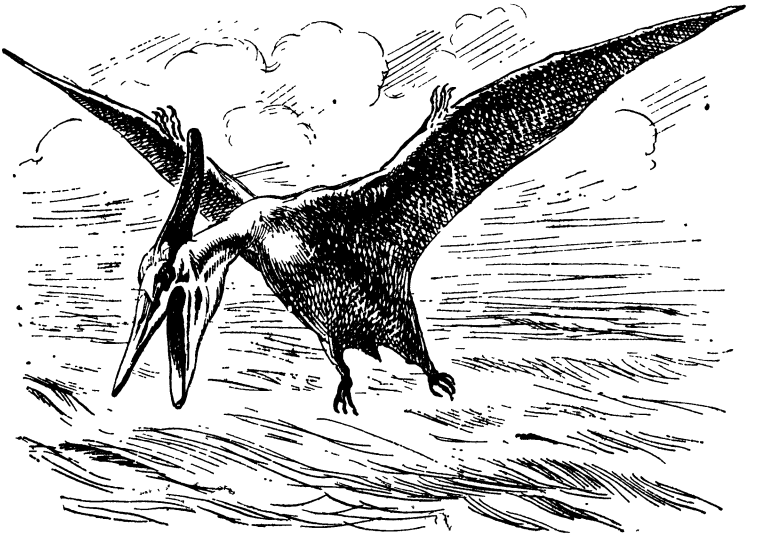
Стиракозавры имели носовые выросты — рога и шесть роговых шипов на заднем крае костяного щита. Их головы достигали двух метров в длину. Шипы и рога делали стиракозавров опасными для многих хищников.



Сколозавр.

Самым страшным хищным ящером был тиранозавр. Он достигал в длину 14 м. Его череп, длиной более метра, имел большие острые зубы. Передвигался тиранозавр на мощных задних ногах, опираясь на толстый хвост. Его передние ноги были маленькими и слабыми. От тиранозавров остались окаменелые следы, длиной 80 см. Шаг тиранозавра составлял 4 м.

Цератозавр был относительно небольшим, но быстрым хищником. На голове он имел маленький рог, а на спине костяной гребень. Передвигался цератозавр на задних ногах, на каждой из которых было три пальца с большими когтями.

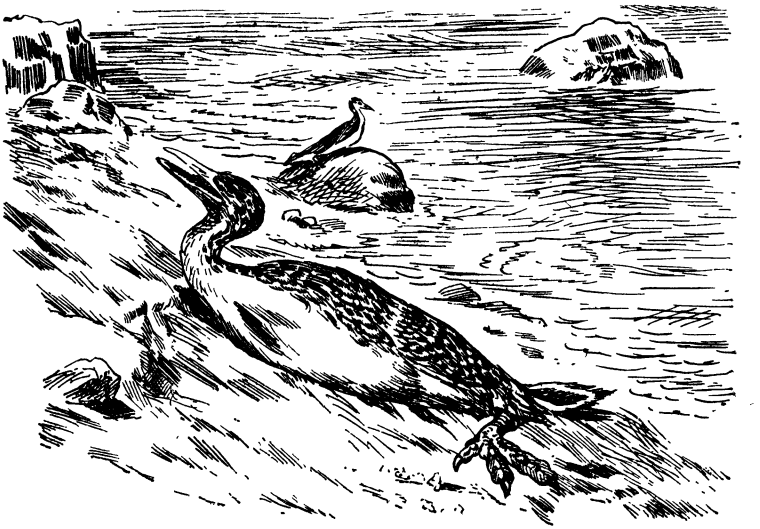


Птеранодон.

Торбозавр был довольно неповоротливым и охотился главным образом на малоподвижных сколозавров, напоминавших по внешнему виду современных броненосцев. Благодаря мощным челюстям и крепким зубам торбозавры легко разгрызали толстый костяной панцырь сколозавров.

Еще продолжали существовать летающие ящеры. Ог-

ромный птеранодон, размах крыльев которого составлял 10 м, имел большой череп с длинным костяным гребнем на затылке и длинный беззубый клюв. Тело животного было относительно небольшим. Питались птеранодоны рыбой. Подобно современным альбатросам, они бóльшую часть

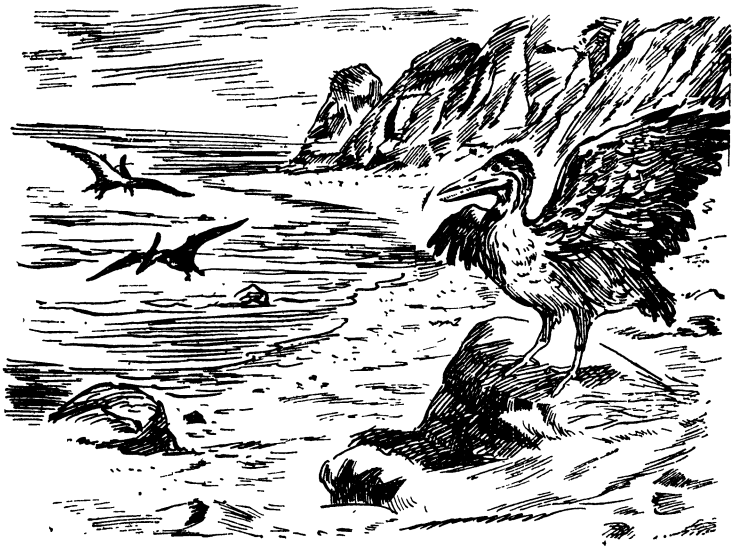


Гесперорнис.

своей жизни проводили в воздухе. Их колонии находились у моря. Недавно в меловых отложениях Америки были найдены остатки еще одного птеранодона. Размах его крыльев достигал 18 м.

Появляются птицы, которые могли хорошо летать. Полностью вымерли археоптериксы. Однако некоторые птицы имели зубы.

У гесперорниса — водоплавающей птицы — длинный палец задних конечностей соединялся с тремя другими короткой плавательной перепонкой. На всех пальцах были когти. От передних конечностей остались только слегка



Ихтиорнис.

согнутые плечевые кости в виде тонкой палочки. Гесперорнис имел 96 зубов. Молодые зубы росли внутри старых и заменяли их, как только они выпадали. Гесперорнис очень похож на современную гагару. Передвигаться по суше ему было очень трудно. Поднимая переднюю часть тела и отталкиваясь от земли ногами, гесперорнис передвигался небольшими прыжками. Однако в воде он чувствовал себя

свободно. Хорошо нырял, и рыбам было очень трудно избежать его острых зубов.

Ихтиорнисы, современники гесперорнисов, были величиной с голубя. Они хорошо летали. Их крылья были сильно развиты, а грудная кость имела высокий киль, к которому крепились мощные грудные мышцы. На клюве ихтиорниса было много мелких загнутых назад зубов. Небольшой мозг ихтиорнисов напоминал мозг пресмыкающихся.

В позднемеловой период появляются беззубые птицы, родственники которых — фламинго — существуют и в наше время.

Земноводные уже ничем не отличаются от современных. А млекопитающие представлены хищниками и растениеядными, сумчатыми и плацентарными. Значительной роли в природе они пока не играют. Однако в конце мелового периода — начале кайнозойской эры, когда вымерли гигантские рептилии, млекопитающие широко расселились по Земле, заняв место динозавров.

Существует много гипотез относительно причин вымирания динозавров. Одни исследователи считают, что основной причиной этого были млекопитающие, которых много появилось в конце мелового периода. Хищные млекопитающие истребляли динозавров, а травоядные перехватывали у них растительную пищу. Большая группа млекопитающих питалась яйцами динозавров. По мнению других исследователей, основной причиной массовой гибели динозавров стало резкое изменение физико-географических условий в конце мелового периода. Похолодание и засухи привели к резкому уменьшению количества растений на Земле, вследствие чего гиганты динозавры начали ощущать нехватку пищи. Они гибли. А хищники, для которых динозавры служили добычей, также погибали, так как им нечего было есть. Возможно, солнечного тепла было мало для того, чтобы в яйцах динозавров вызревали зародыши. Кроме того, похолодание пагубно сказывалось и на взрос-

лых динозаврах. Не имея постоянной температуры тела, они зависели от температуры среды. Подобно современным ящерицам и змеям, в теплую погоду они были активными, а в холодную двигались вяло, могли впадать в зимнее оцепенение и становились легкой добычей хищников. Кожа динозавров не защищала их от холода. Да и о своем потомстве они почти не заботились. Их родительские функции ограничивались кладкой яиц. В отличие от динозавров у млекопитающих была постоянная температура тела, и поэтому они меньше страдали от похолоданий. Кроме того, их защищала шерсть. А главное, они выкармливали своих детенышей молоком, заботились о них. Таким образом, у млекопитающих были определенные преимущества перед динозаврами.

Выжили и птицы, которые имели постоянную температуру тела и были покрыты перьями. Они насиживали яйца, выкармливали птенцов.

Из пресмыкающихся выжили укрывавшиеся от холода в норы, обитавшие в теплых местностях. От них и произошли современные ящерицы, змеи, черепахи и крокодилы.

С отложениями мелового периода связаны крупные месторождения мела, каменного угля, нефти и газа, мергелей, песчаников, бокситов.

Длился меловой период 70 млн. лет.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА

Кайнозойская эра — эра новой жизни — началась около 67 млн. лет назад и продолжается в наше время. В эту эру сформировались современный рельеф, климат, атмосфера, животный и растительный мир, человек.

Кайнозойская эра разделяется на три периода: палеогеновый, неогеновый и четвертичный.

ПАЛЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД

Палеогеновый период (в переводе — родившийся давно) делится на три эпохи: палеоценовую, эоценовую и олигоценовую.

В палеогеновый период еще существует северный материк Атлантия, отделявшийся широким проливом от Азии. Австралия и Южная Америка в общих чертах уже приобрели современные формы. Сформировалась Южная Африка с островом Мадагаскар, на месте ее северной части находились большие и малые острова. Индия в виде острова приблизилась к Азии почти вплотную. В начале палеогенового периода опустилась суша, в результате чего море заливало значительные площади.

В эоцене и олигоцене происходят горообразовательные процессы (альпийский орогенез), сформировавшие Альпы, Пиренеи, Карпаты. Продолжается формирование Кордильер, Анд, Гималаев, гор Центральной и Южной Азии. На континентах формируются угленосные толщи. Среди морских отложений в этот период преобладают пески, глины, мергели и вулканические породы.

Несколько раз изменялся климат, становясь то теплым и влажным, то засушливым и прохладным. В северном полушарии выпадали снега. Четко прослеживались климатические зоны. Существовали времена года.

Мелководные моря палеогенового периода населяло огромное множество нуммулитов, монетообразные раковины которых нередко переполняют палеогеновые отложения. Сравнительно мало было головоногих моллюсков. Из некогда многочисленных родов остались лишь некоторые, в основном живущие и в наше время. Было множество брюхоногих моллюсков, радиолярий, губок. Вообще большинство беспозвоночных палеогенового периода отличается от беспозвоночных, живущих в современных морях.

Возрастает количество костистых рыб, становится меньше ганоидных.

В начале палеогенового периода значительно распространились сумчатые млекопитающие. Они имели много общих черт с пресмыкающимися: размножались, откладывая яйца; нередко их тело покрывала чешуя; строение черепа напоминало строение черепа пресмыкающихся. Но в отличие от пресмыкающихся сумчатые имели постоянную температуру тела и выкармливали своих детенышей молоком.

Среди сумчатых млекопитающих были травоядные. Они напоминали современных кенгуру и сумчатых медведей. Были и хищники: сумчатый волк и сумчатый тигр. Много насекомоядных селилось вблизи водоемов. Некоторые сумчатые приспосабливались к жизни на деревьях. Сумчатые рождали недоразвитых детенышей, которых затем продолжительное время вынашивали в кожных сумках на животе.

Многие сумчатые питались лишь одним видом пищи, например, коала — только листьями эвкалиптов. Все это, наряду с другими примитивными чертами организации, привело к вымиранию сумчатых. Более совершенные млекопитающие рождали развитых детенышей и питались разнообразной растительностью. Кроме того, в отличие от неуклюжих сумчатых, они легко спасались от хищников. Землю начали заселять предки современных млекопитающих. Только в Австралии, рано отделившейся от других материков, эволюционный процесс как бы замер. Тут царство сумчатых сохранилось до наших дней.

В эоцене появляются первые лошади (эогиппусы) — небольшие животные, обитавшие в лесах вблизи болот. На передних ногах они имели по пять пальцев, на четырех из них были копыта, на задних — по три копыта. У них была маленькая голова на короткой шее, имелось 44 зуба. Коренные зубы были низкие. Это говорит о том, что животные питались преимущественно мягкой растительностью.

В дальнейшем климат изменился, и на месте болотис-

тых лесов образовались засушливые степи с жесткой травой.

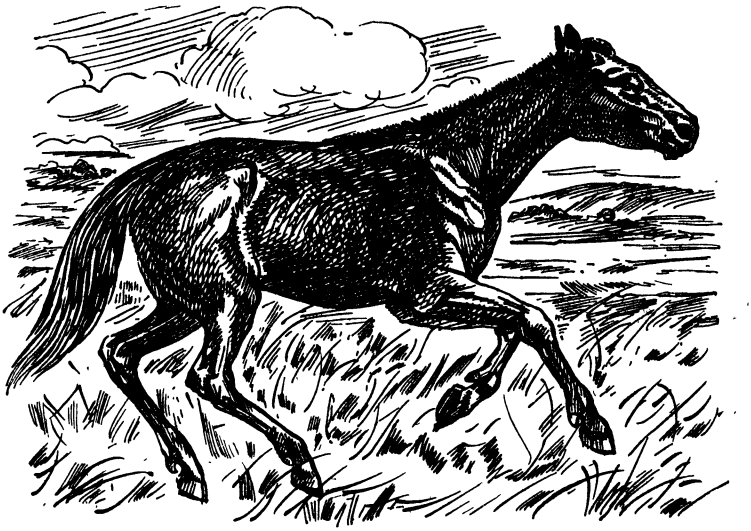
Потомки эогиппусов — орогиппусы — по величине почти не отличались от них, но имели высокие четырехгран-

Эогиппус.

ные коренные зубы, с помощью которых они могли перетирать довольно жесткую растительность. Череп у орогиппусов больше похож на череп современной лошади, чем у эогиппусов. По размерам он такой же, как череп лисицы.

Потомки орогиппусов — мезогиппусы — приспособились к новым условиям жизни. На их передних и задних

ногах осталось по три пальца, средние из которых были крупнее и длиннее боковых. Это позволяло животным быстро бегать по твердой почве. Небольшие мягкие копытца эогиппусов, приспособленные к мягким болотистым



Меригиппус.

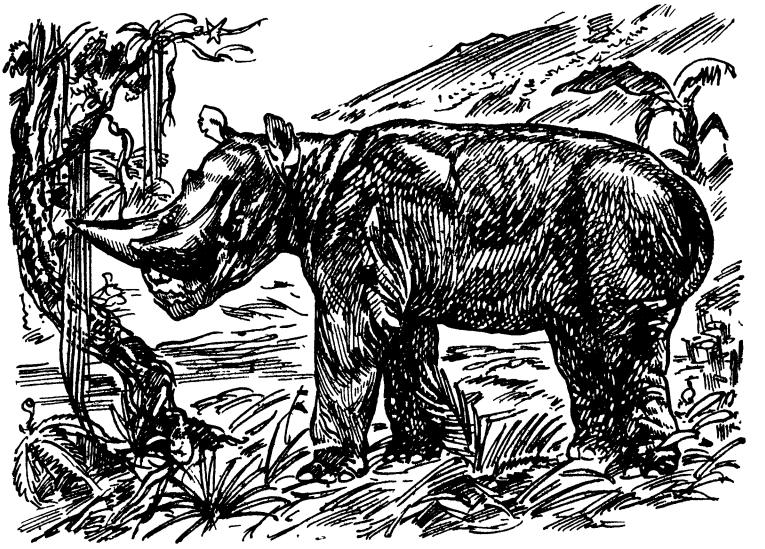
почвам, превращаются в настоящее копыто. Мезогиппусы были величиной с современного волка. Они большими табунами населяли олигоценовые степи.

Потомки мезогиппусов — меригиппусы — были величиной с осла. Они имели цемент на зубах.

В эоцене появляются предки носорогов — большие безрогие животные. В конце эоцена от них произошли уин-

татерии. У них было по три пары рогов, кинжалообразные длинные клыки и очень маленький мозг.

Титанотерии, величиной с современных слонов, также являвшиеся представителями животных эоцена, имели



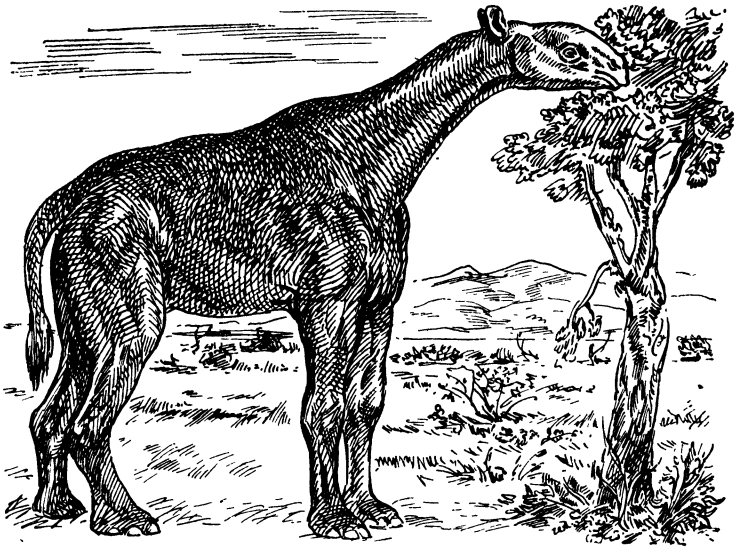
Арсенотерий.

большие разветвленные рога. Зубы титанотериев были небольшими, вероятно, животные питались мягкой растительностью. Жили они на лугах вблизи многочисленных рек и озер.

Арсенотерии имели по паре больших и малых рогов. Длина их тела достигала 3 м. Далекие потомки этих жи-

вотных — доманы, небольшие копытные, живущие в наше время.

На территории современного Казахстана в олигоценовый период климат был теплым и влажным. В лесах и



Индрикотерий.

степях обитало много безрогих оленей. Здесь водились также длинношеие индрикотерии. Длина их тела достигала 8 м, а высота составляла около 6 м. Индрикотерии питались мягкой растительной пищей. Когда климат сделался засушливым, они вымерли от недостатка пищи.

В эоценовый период появляются предки ныне живущих хоботных — животные величиной с современного тапира.

Бивни у них были маленькими, а хобот представлял собой удлиненную верхнюю губу. От них произошли динотерии, нижняя челюсть которых под прямым углом опускалась книзу. На конце челюстей были бивни. Диноте-

Диатрима.

рии имели уже настоящие хоботы. Они жили во влажных лесах с буйной растительностью.

В конце эоцена появляются первые представители слонов — палеомастодонты и первые представители зубатых и беззубых китов, сиреновых.

Некоторые предки обезьян и лемуров жили на деревьях, питались плодами и насекомыми. У них были длин-

ные хвосты, помогавшие им лазить по деревьям, и конечности с хорошо развитыми пальцами.

В эоцене появляются и первые свиньи, бобры, хомяки, дикобразы, карликовые безгорбые верблюды, первые летучие мыши, широконосые обезьяны, в Африке — первые человекообразные обезьяны.

Хищные креодонты, небольшие, похожие на волков животные, еще не имели настоящих «хищных» зубов. Их зубы были почти одинаковыми по размерам, строение скелета — примитивным. В эоцене от них произошли настоящие хищники, имевшие дифференцированные зубы. В ходе эволюции от этих хищников развились все представители собачьих и кошачьих.

Палеогеновый период характеризуется неравномерным распределением фауны по материкам. Тапиры, титанотерии развились преимущественно в Америке, хоботные и хищные — в Африке. В Австралии продолжают жить сумчатые. Таким образом, постепенно фауна каждого материка приобретает индивидуальный характер.

Палеогеновые земноводные и пресмыкающиеся ничем не отличаются от современных.

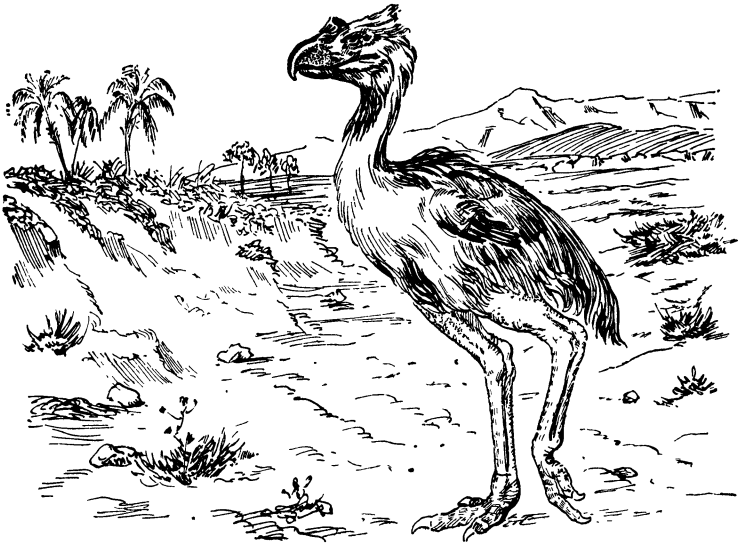
Появилось много беззубых птиц, характерных и для нашего времени. Но наряду с ними жили огромные нелетающие птицы, полностью вымершие в палеогене,— диатрима и фороракос.

Диатрима была 2 м в высоту с длинным, до 50 см клювом. На сильных лапах у нее имелось по четыре пальца с длинными когтями. Жила диатрима в засушливых степях, питалась мелкими млекопитающими и пресмыкающимися.

Фороракос достигал 1,5 м в высоту. Его острый крючковатый полуметровый клюв был весьма грозным оружием. Поскольку у него были маленькие, неразвитые крылья, он не мог летать. Длинные, сильные ноги фороракосов свидетельствуют о том, что они были прекрасными бегунами. По мнению некоторых исследователей, роди-

ной этих огромных птиц была Антарктида, покрытая в то время лесами и степями.

В палеогеновый период изменяется и растительный покров Земли. Появляется много новых родов покрытосе-



Фороракос.

менных. Возникли две растительные области. Первая, охватившая Мексику, Западную Европу и Северную Азию, была тропической областью. Здесь преобладали вечнозеленые лавры, пальмы, мирты, гигантские секвойи, тропические дубы и древовидные папоротники. На территории современной Европы росли каштаны, дубы, лавры, кам-

форные деревья, магнолии, хлебные деревья, пальмы, туи, араукарии, виноград, бамбук.

В эоцене климат сделался еще теплее. Появляется много сандаловых и мыльных деревьев, эвкалиптов, коричных деревьев. В конце эоцена климат стал несколько холоднее. Появляются тополя, дубы, клены.

Вторая растительная область охватывала Северную Азию, Америку и современную Арктику. Эта область являлась зоной умеренного климата. Там росли дубы, каштаны, магнолии, буки, березы, тополя, калина. Несколько меньше было секвой, гинкго. Иногда встречались пальмы и ели. Леса, остатки деревьев которых с течением времени превратились в бурый уголь, были очень болотистыми. В них преобладали хвойные, возвышавшиеся над болотами на многочисленных воздушных корнях. На более сухих местах росли дубы, тополя, магнолии. Берега болот покрывал камыш.

В палеогеновый период образовалось много месторождений бурого угля, нефти, газа, марганцевых руд, ильменита, фосфоритов, стекольных песков, оолитовых железных руд.

Длился палеогеновый период 40 млн. лет.

НЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД

Неогеновый период (в переводе — новорожденный) подразделяется на два отдела: миоцен и плиоцен. В этот период Европа соединяется с Азией. Два глубоких залива, возникших на территории Атлантии, впоследствии отделили Европу от Северной Америки. Полностью сформировалась Африка, продолжалось формирование Азии.

На месте современного Берингова пролива продолжает существовать перешеек, соединявший Северо-Восточную Азию с Северной Америкой. Время от времени этот перешеек заливало мелководное море. Океаны приоб-

рели современные очертания. Благодаря горообразовательным движениям формируются Альпы, Гималаи, Кордильеры, восточно-азиатские хребты. У их подножья образуются впадины, в которых откладываются мощные толщи осадочных и вулканических пород. Дважды море заливало обширные площади материков, откладывая глины, пески, известняки, гипсы, соль. В конце неогена бóльшая часть материков освобождается от моря. Климат неогенового периода был довольно теплым и влажным, однако несколько более прохладным по сравнению с климатом палеогенового периода. В конце неогена он постепенно приобретает современные черты.

Похожим на современный становится и органический мир. Примитивных креодонтов вытесняют медведи, гиены, куницы, собаки, барсуки. Будучи более подвижными и имея более сложную организацию, они приспособились к разнообразным условиям жизни, перехватывали добычу у креодонтов и сумчатых хищников, а иногда и питались ими.

Наряду с видами, которые, несколько изменившись, дожили до нашего времени, появились и виды хищников, которые вымерли в неогене. К ним в первую очередь относится саблезубый тигр. Он назван так потому, что его верхние клыки достигали в длину 15 см и были слегка выгнуты. Они торчали из закрытой пасти животного. Для того, чтобы пустить их в ход, саблезубому тигру приходилось широко раскрывать пасть. Охотились тигры на лошадей, газелей, антилоп.

У потомков палеогеоновых меригиппусов — гиппарионов были уже такие зубы, как у современной лошади. Их небольшие боковые копыта не касались земли. Копыта же на средних пальцах делались все более крупными и широкими. Они хорошо удерживали животных на твердой почве, давали им возможность разрывать снег, чтобы извлечь из-под него корм, защищаться от хищников.

Наряду с североамериканским центром развития лоша-

дей существовал и европейский. Однако в Европе древние лошади вымерли в начале олигоцена, не оставив потомков. Вероятнее всего они были истреблены многочисленными хищниками. В Америке же древние лошади продолжали развиваться. Впоследствии они дали настоящих лошадей, которые через Берингов перешеек проникли в Европу и Азию. В Америке лошади вымерли еще в начале плейстоцена, а крупные табуны современных мустангов, свободно пасущиеся в американских прериях, являются далекими потомками лошадей, привезенных испанскими колонизаторами. Таким образом, произошел своеобразный обмен лошадьми между Новым Светом и Старым Светом.

В Южной Америке обитали гигантские ленивцы — мегатерии (до 8 м в длину). Становясь на задние лапы, они объедали листья деревьев. Мегатерии имели толстый хвост, низкий череп с небольшим мозгом. Их передние лапы были намного короче задних. Будучи неповоротливыми, они становились легкой добычей для хищников и поэтому полностью вымерли, не оставив потомков.

Изменение климатических условий привело к образованию обширных степей, что благоприятствовало развитию копытных. От маленьких безрогих оленей, живших на болотистой почве, произошли многочисленные парнокопытные — антилопы, козлы, бизоны, бараны, газели, чьи прочные копыта были хорошо приспособлены к быстрому бегу в степях. Когда парнокопытных развелось такое количество, что начала ощущаться нехватка пищи, часть их освоила новые места обитания: скалы, лесостепи, пустыни. От живших в Африке жирафообразных безгорбых верблюдов произошли настоящие верблюды, заселившие пустыни и полупустыни Европы и Азии. Горб с питательными веществами позволял верблюдам длительное время обходиться без воды и пищи.

Леса заселяли настоящие олени, из которых одни виды встречаются и в наши дни, а другие, например мега-

лоцерасы, которые были в полтора раза крупнее обычных оленей, полностью вымерли.

В лесостепных зонах обитали жирафы, вблизи озер и болот — бегемоты, свиньи, тапиры. В густых кустарниковых зарослях жили носороги, муравьеды.

Среди хоботных появляются мастодонты с прямыми длинными клыками и настоящие слоны.

На деревьях живут лемуры, обезьяны, человекообразные обезьяны. Некоторые лемуры перешли к наземному образу жизни. Передвигались они на задних ногах. Достигали 1,5 м в высоту. Питались главным образом плодами и насекомыми.

Жившая в Новой Зеландии гигантская птица динорнис достигала 3,5 м в высоту. Голова и крылья у динорниса были маленькими, клюв недоразвитым. Он передвигался по земле на длинных сильных ногах. Дожил динорнис до четвертичного периода и, очевидно, был истреблен человеком.

В неогеновый период появляются дельфины, тюлени, моржи — виды, живущие и в современных условиях.

В начале неогенового периода в Европе и Азии было много хищных животных: собак, саблезубых тигров, гиен. Среди травоядных преобладали мастодонты, олени, однорогие носороги.

В Северной Америке хищные были представлены собаками и саблезубыми тиграми, а травоядные — титанотериями, лошадьми и оленями.

Южная Америка была несколько изолированной от Северной. Представителями ее фауны были сумчатые, мегатерии, ленивцы, броненосцы, широконосые обезьяны.

В верхнемиоценовый период между Северной Америкой и Евразией происходит обмен фауной. Много животных переселилось с материка на материк. Северную Америку заселяют мастодонты, носороги, хищники, а в Европу и Азию переселяются лошади.

С началом лигоцена в Азии, Африке и Европе рассе-

ляются безрогие носороги, мастодонты, антилопы, газели, свиньи, тапиры, жирафы, саблезубые тигры, медведи. Однако во второй половине плиоцена климат на Земле сделался прохладным, и такие животные, как мастодонты, тапиры, жирафы, переселяются на юг, и на их месте по-

Саблезубый тигр.

являются быки, бизоны, олени, медведи. В плиоцене связь между Америкой и Азией прервалась. Одновременно возобновилась связь между Северной и Южной Америкой. Североамериканская фауна переселилась в Южную Америку и постепенно вытеснила ее фауну. Из местной фауны остались лишь броненосцы, ленивцы и муравьеды, распро-

странились медведи, ламы, свиньи, олени, собачьи, кошачьи.

Австралия была изолирована от других материков. Следовательно, значительных изменений в фауне там не произошло.

Среди морских беспозвоночных в это время преобладают двустворчатые и брюхоногие моллюски, морские ежи. Мшанки и кораллы на юге Европы образуют рифы. Прослеживаются арктические зоогеографические провинции: северная, включавшая Англию, Нидерланды и Бельгию, южная — Чили, Патагонию и Новую Зеландию.

Сильно распространилась солоноватоводная фауна. Ее представители населяли большие мелководные моря, образовавшиеся на материках в результате наступления неогенового моря. В этой фауне совершенно отсутствуют кораллы, морские ежи и звезды. Моллюски по количеству родов и видов значительно уступают моллюскам, населявшим океан с нормальной соленостью. Однако по численности особей они во много раз превосходят океанских. Раковины небольших по размерам солоноватоводных моллюсков буквально переполняют отложения этих морей. Рыбы уже совершенно не отличаются от современных.

Более прохладный климат послужил причиной постепенного исчезновения тропических форм. Уже хорошо прослеживается климатическая зональность.

Если в начале миоцена флора почти не отличается от палеогеновой, то в середине миоцена в южных районах растут уже пальмы и лавры, в средних широтах преобладают хвойные, грабы, тополя, ольхи, каштаны, дубы, березы и камыш; на севере — ели, сосны, осоки, березы, грабы, ивы, буки, ясени, дубы, клены, сливы.

В плиоценовый период на юге Европы еще остались лавры, пальмы, южные дубы. Однако наряду с ними встречаются ясени и тополя. На севере Европы теплолюбивые растения исчезли. Их место заняли сосны, ели, березы,

грабы. Сибирь была покрыта хвойными лесами и лишь в долинах рек встречались грецкие орехи.

В Северной Америке на протяжении миоцена теплолюбивые формы постепенно вытесняются широколиственными и хвойными. В конце плиоцена на севере Северной Америки и Евразии существовала тундра.

С отложениями неогенового периода связаны месторождения нефти, горючих газов, серы, гипса, угля, железных руд, каменной соли.

Длился неогеновый период 20 млн. лет.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД

Четвертичный период подразделяется на два отдела: плейстоцен (время почти новой жизни) и голоцен (время совсем новой жизни). С четвертичным периодом связаны четыре больших оледенения. Им дали следующие названия: гюнцское, миндельское, рисское и вюрмское.

На протяжении четвертичного периода материки и океаны приобрели современные очертания. Неоднократно изменялся климат. В начале плиоценового периода произошло всеобщее поднятие материков. Огромный гюнцский ледник двигался с севера, неся с собой большое количество обломочного материала. Его толщина достигала 800 м. Крупными пятнами он покрыл бóльшую часть Северной Америки и альпийскую область Европы. Под ледником находилась Гренландия. Затем ледник растаял, а обломочный материал (морена, валуны, пески) остался на поверхности почвы. Климат сделался относительно теплым и влажным. В то время острова Англии отделялись от Франции речной долиной, а Темза была притоком Рейна. Черное и Азовское моря были значительно шире современных, а Каспий — более глубоководным.

В Западной Европе жили бегемоты, носороги, лошади. Слоны, высотой до 4 м, населяли территорию современной Франции. На территории Европы и Азии водились

львы, тигры, волки, гиены. Самым большим хищником того времени был пещерный медведь. Он почти на треть крупнее современных медведей. Жил медведь в пещерах, питался преимущественно растительностью.

Пещерный медведь.

Тундры и степи Евразии и Северной Америки населяли мамонты, достигавшие 3,5 м в высоту. На спине у них был большой горб с запасами жира, помогавший им переносить голод. Густая шерсть и толстый слой подкожного жира оберегали мамонтов от холода. С помощью сильно развитых выгнутых бивней они в поисках еды разгребали снег.

Растения раннего плейстоцена представлены главным образом кленами, березами, елями, дубами. Тропическая растительность уже совершенно не отличается от современной.

Миндельский ледник достиг территории современной Московской области, покрыл Северный Урал, верховье Эльбы и часть Карпат.

В Северной Америке ледник распространился на бóльшую часть Канады и на северную часть США. Толщина ледника достигала 1000 м. Впоследствии ледник растаял, а принесенный им обломочный материал покрыл почву. Ветер перевевал этот материал, воды перемывали его, постепенно образуя мощные толщи лёссов. Значительно поднялся уровень морей. Оказались затопленными долины северных рек. Между Англией и Францией образовался морской пролив.

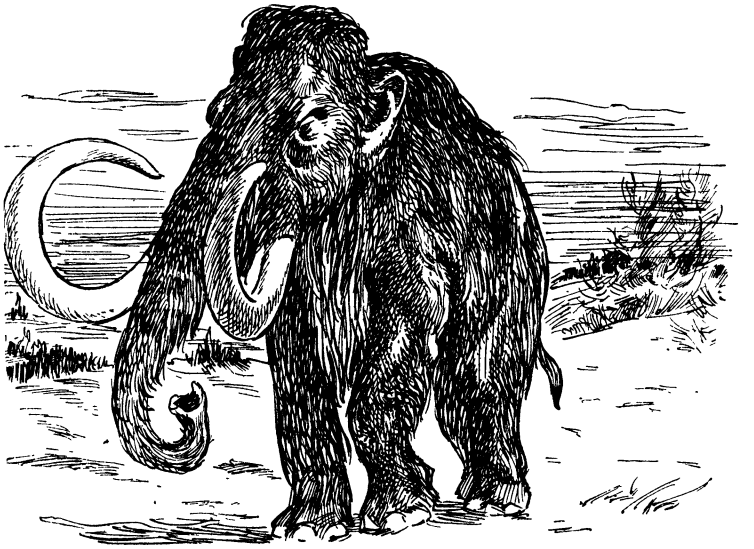
В Западной Европе росли густые леса из дубов, ильмов, тиссов, буков, рябин. Встречались рододендроны, инжир, самшит. Следовательно климат в то время был значительно теплее нынешнего.

Типичная полярная фауна (песец, полярный волк, северный олень) переселяется в северную тундру. Наряду с ними живут мамонты, шерстистые носороги, большерогие олени. Шерстистый носорог был покрыт густой длинной шерстью. В высоту он достигал 1,6 м, в длину — около 4 м. На голове шерстистый носорог имел два рога: острый большой, длиной до одного метра, и меньший, расположенный позади большого.

Большерогий олень имел огромные рога, напоминавшие по своей форме рога современного лося. Расстояние между концами рогов достигало 3 м. Они весили около 40 кг. Большерогие олени широко расселились на территории Европы и Азии и дожили до голоцена.

Южнее тундры жили длиннорогие бизоны, лошади, олени, сайгаки, бурые и пещерные медведи, волки, лисицы, носороги, пещерные и обыкновенные львы. Пещерные львы

были почти на треть крупнее обыкновенных. У них была густая шерсть и длинная лохматая грива. Встречались пещерные гиены, почти вдвое крупнее современных гиен. На юге Европы обитали бегемоты. В горах жили бараны и козлы.



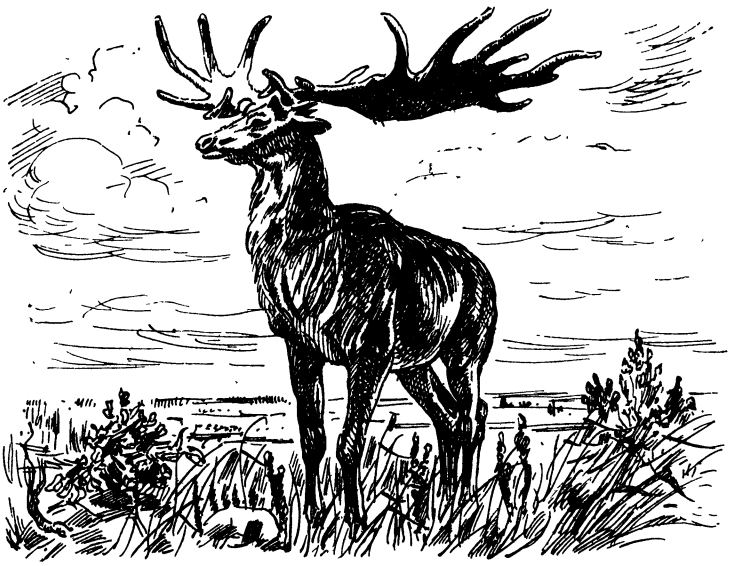
Мамонт.

Рисское оледенение покрыло мощным — до 3000 м — слоем льда северную-часть Западной Европы, двумя длинными ледниками достигло территории нынешнего Днепропетровска, Тиманского кряжа и верховья Камы.

Лед покрыл почти всю северную часть Северной Америки.

Вблизи ледников жили мамонты, северные олени, песцы, белые куропатки, бизоны, шерстистые носороги, волки, лисицы, бурые медведи, зайцы, овцебыки.

Мамонты и шерстистые носороги распространились до



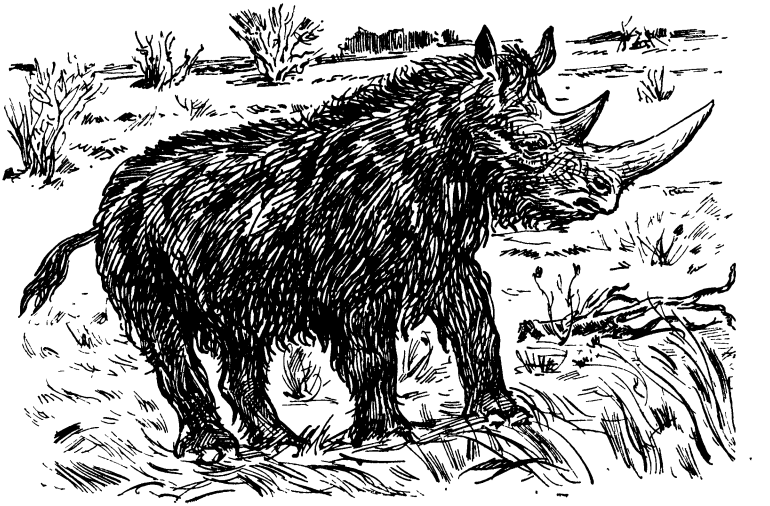
Большерогий олень.

границ современной Италии, расселились на территории нынешней Англии и Сибири.

Ледник растаял, и вновь поднялся уровень моря, в результате чего оно затопило северное побережье Западной Европы и Северной Америки.

Климат оставался влажным и холодным. Распространяются леса, в которых росли ели, грабы, ольхи, березы,

сосны, клены. В лесах обитали туры, олени, рыси, волки, лисицы, зайцы, косули, дикие кабаны, медведи. В лесостепной зоне встречались носороги. В образовавшихся обширных южных степях бродили стада бизонов, зубров,



Шерстистый носорог.

лошадей, сайгаков, страусов. На них охотились дикие собаки, львы, гиены.

Вюрмское оледенение покрыло льдом северную часть Западной Европы, современную территорию европейской части Советского Союза до широт Минска, Калинина, верховья Волги. Пятнами ледника была покрыта северная часть Канады. Толщина ледника достигала 300—500 м.

Его конечная и донная морены образовали современный моренный ландшафт. Вблизи ледников возникли холодные и сухие степи. Там росли карликовые березы и ивы. На юге начиналась тайга, где росли ели, сосны, лиственницы. В тундре жили мамонты, шерстистые носороги, овцебыки, песцы, северные олени, зайцы-беляки и куропатки; в степной зоне — лошади, носороги, сайгаки, быки, пещерные львы, гиены, дикие собаки; хорьки, суслики; в лесной — олени, рыси, волки, лисицы, бобры, медведи, туры.

Вюрмский ледник отступал постепенно. Достигнув Балтийского моря, он остановился. Вблизи образовалось много озер, где отложились так называемые ленточные глины — порода с чередующимися слоями песка и глины. Песчаные прослойки откладывались летом, когда в результате интенсивного таяния льда образовывались бурные ручьи. Зимой воды было меньше, сила течения ручьев ослабевала, и вода могла переносить и откладывать только мелкие частицы, из которых формировались прослойки глины.

Финляндия в то время имела вид архипелага. Балтийское море соединялось широким проливом с Северным Ледовитым океаном.

Позднее ледник отступил к центру Скандинавии, на севере образовалась тундра, а затем — тайга. Вымирают носороги, мамонты. Полярные формы животных мигрируют на север. Фауна постепенно приобретает современный вид. Однако в отличие от современной, она характеризуется значительным количеством особей. Огромные стада зубров, сайгаков, лошадей населяли южные степи.

В саваннах Европы обитали львы, гиены, иногда сюда заходили тигры. В ее лесах водились туры, барсы. Намного больше было и современных представителей лесной фауны. Да и сами леса занимали большую территорию.

В полноводных реках Европы водилось много рыбы. А по тундре ходили гигантские стада северных оленей и овцебыков.

Еще живут в Новой Зеландии гигантские динорнисы, нелетающие птицы — моа, дронты. На Мадагаскаре водятся страусообразные эпиорнисы, достигавшие в высоту 3-4 м. Их яйца сейчас находятся в болотах острова. Странствующие голуби еще в XIX в. огромными стаями селились в Америке. Близ Исландии обитали бескрылые гагарки. Все эти птицы были истреблены человеком.

С четвертичным периодом связаны месторождения золота, платины, алмазов, изумрудов, сапфиров, а также образование залежей торфа, железа, песка, глины и лёсса.

Продолжается четвертичный период и в наше время.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Четвертичный период называют еще антропогеновым (родивший человека). С давних пор люди задумывались над тем, как они появились на Земле. Охотничьи племена считали, что люди произошли от животных. У каждого племени был свой предок: лев, медведь или волк. Эти животные считались святыми. Охотиться на них строго запрещалось.

По мнению древних вавилонян, человека создал из глины бог Бэл. Греки считали творцом людей царя богов Зевса.

Древнегреческие философы пытались объяснить появление человека на Земле более земными причинами. Анаксимандр (610—546 гг. до н. э.) объяснял происхождение животных и людей воздействием Солнца на ил и воду. Анаксагор (500—428 гг. до н. э.) полагал, что люди произошли от рыб.

В средние века считали, что человека создал из глины бог «по образу и подобию своему».

Шведский ученый Карл Линней (1770—1778), хотя и верил в божественное происхождение человека, однако в

своей систематике объединил человека с человекообразными обезьянами.

Профессор Московского университета Карл Францевич Рулье (1814—1858) доказывал, что вначале на Земле появились морские организмы, переселившиеся затем на берега водоемов. Позднее они стали жить на суше. Человек, по его мнению, произошел от животных.

Французский исследователь Жорж Бюффон (1707—1788) подчеркивал анатомическое сходство человека и животного. Французский ученый Жан Батист Ламарк (1744—1829) в книге «Философия зоологии», вышедшей в 1809 г., отстаивал мысль о том, что человек является потомком человекообразных обезьян.

Чарлз Дарвин (1809—1882) в книге «Происхождение человека и половой отбор» проанализировал в свете теории естественного отбора проблему происхождения человека от животных предков. Для того чтобы человек мог сформироваться, пишет Дарвин, он должен был освободить руки. Наибольшая же сила человека заключается в умственной деятельности, приведшей его в конце концов к изготовлению каменных орудий.

Фридрих Энгельс объяснил причины освобождения рук у обезьянообразных предков людей и показал роль труда в формировании человека.

Теорию происхождения человека от обезьянообразных предков большая часть исследователей встретила с возмущением. Нужны были доказательства. И доказательства появились. Голландский исследователь Эжен Дюбуа раскопал на Яве остатки питекантропов — существ, имевших как человеческие, так и обезьяньи признаки, следовательно, они представляли собой переходную стадию от обезьяны к человеку. Профессор Пекинского медицинского института Девидсон Блек в 1927 г. находит останки синантропа, очень похожего на питекантропа. В 1907 г. в Германии были найдены останки европейского родственника питекантропа — гейдельбергского человека. В 1929 г.

антрополог Раймонд Дарт находит в Южной Африке останки австралопитека. И наконец Л. Лики и его сын Р. Лики в 1931 г. и 1961 г. нашли останки древнейших австралопитеков — зинджантропов, населявших Южную Африку 2,5 млн. лет назад.

Вместе с останками зинджантропов были найдены каменные орудия из расколотой гальки и обломки костей. Следовательно, зинджантропы пользовались орудиями и охотились на дичь. В их строении было еще много от обезьяны, но ходили они уже на ногах, имели относительно большой мозг и похожие на человеческие зубы. Все это дало основание исследователям отнести зинджантропов к древнейшим людям.

Как же развивался человек?

В начале палеогенового периода некоторые из насекомоядных млекопитающих приспособились к жизни на деревьях. Они дали начало полуобезьянам, а от последних в эоцене, в свою очередь, произошли узконосые и широконосые обезьяны. В олигоценовых лесах Африки жили небольшие обезьяны — проплиопитеки — предки миоценовых дриопитеков, широко расселившихся в тропических лесах Африки, Европы и Азии. На поверхности нижних коренных зубов дриопитеков было пять бугорков, как и у современных человекообразных обезьян. Именно от дриопитеков, а возможно, и от сходных с ними форм произошли все современные человекообразные обезьяны.

В конце миоцена наступило заметное похолодание. На месте тропических лесов образовались степи и лесостепи. Некоторые обезьяны переселились на юг, где продолжали расти густые тропические леса. Другие остались на месте и постепенно приспособились к новым условиям жизни. Передвигаясь по земле, они отвыкли от лазанья по деревьям. Не имея возможности переносить добычу в относительно слабых челюстях, они переносили ее в передних лапах. Следовательно, передвигались они на задних лапах, что в конечном итоге привело к разделению конечностей на

ноги и руки. В результате ходьбы на двух ногах фигура человекообразной обезьяны постепенно выпрямлялась, руки становились короче, ноги, напротив,— длиннее, мускулистее. Большой палец ноги постепенно становился толще и приближался к другим пальцам, что облегчало ходьбу по твердой почве.

При прямой ходьбе выпрямлялась шея. Большая пасть уменьшалась, так как не нужно было уже разрывать добычу. Высвободившаяся от ходьбы и лазанья рука становилась все более ловкой. Ею уже можно было взять камень или палку — орудие. С уменьшением площади лесов меньше стало и плодов, которыми питались человекообразные обезьяны. Поэтому они вынуждены были искать какую-то другую пищу.

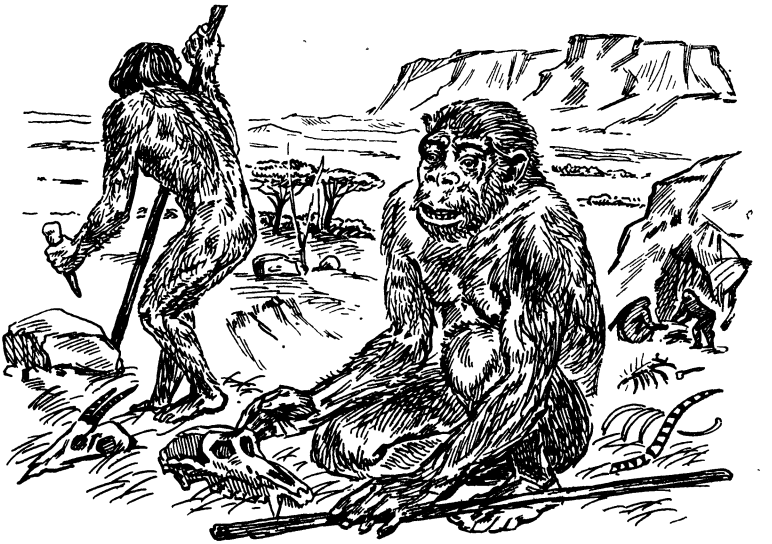
Человекообразные обезьяны начали охотиться на животных, используя в качестве оружия палки, обломки костей, камни. Поскольку человекообразные обезьяны были сравнительно слабыми, они объединялись для охоты в группы, между ними возрастало общение, что, в свою очередь, способствовало развитию мозга. Изменяется форма головы: уменьшается лицо, увеличивается черепная коробка.

У потомков дриопитеков — рамапитеков и кениапитеков — зубы уже похожи на зубы человека, осанка приспособлена к ходьбе на двух ногах, руки по сравнению с руками дриопитеков короткие. Рост достигал 130 см, масса — 40 кг. Жили кениапитеки в негустых лесах. Употребляли растительную пищу и мясо. От кениапитеков произошли первые люди.

Первый человек на Земле — австралопитек (южная обезьяна) — появился в Южной Африке 2,5 млн. лет назад. Череп австралопитека напоминает череп шимпанзе: лицо у него короткое. Тазовые кости похожи на тазовые кости человека. Ходил австралопитек прямо. Его зубы по строению почти не отличались от зубов человека. Это говорит о том, что австралопитек мог есть довольно твердую пищу. Объем его мозга достигал 650 см^3. Это почти вдвое

меньше мозга человека, но почти равно мозгу гориллы, хотя австралопитек был значительно меньше гориллы.

Австралопитеки жили в степях, вблизи многочисленных известняковых скал. Охотились на антилоп и павианов с



Австралопитеки.

помощью палок, острых камней и костей. Убивали животных из засады, бросая в них камни со скал. Кроме мяса и мозга животных, который добывали, раскалывая кости острым камнем, австралопитеки питались кореньями, плодами, съедобными травами.

Наряду с австралопитеками, чей рост соответствовал росту современных африканских пигмеев, жили так назы-

ваемые массивные австралопитеки, которые были почти на треть больше австралопитеков. Несколько позднее появляются развитые австралопитеки, у которых в отличие от австралопитеков обыкновенных фигура более выпрямленная, а мозг больше. Развитые австралопитеки, чтобы изготовить оружие для охоты, раскалывали гальку и кости. От развитых австралопитеков миллион лет назад произошли выпрямленные люди. Они имели уже почти совсем прямую осанку, сравнительно короткие руки и длинные ноги. Их мозг был больше мозга австралопитека, лицо короче. Выпрямленный человек изготовлял ручные рубила и умел пользоваться огнем. Он расселился по Африке, Азии и Европе.

От выпрямленных людей произошли ранние люди. Их черепа по своей форме сильно отличаются от черепов обезьян, плечи развернуты, скелет несколько тоньше, чем у выпрямленных людей. Ранние люди, обивая кремень, изготовляли довольно однообразные орудия — ручные рубила.

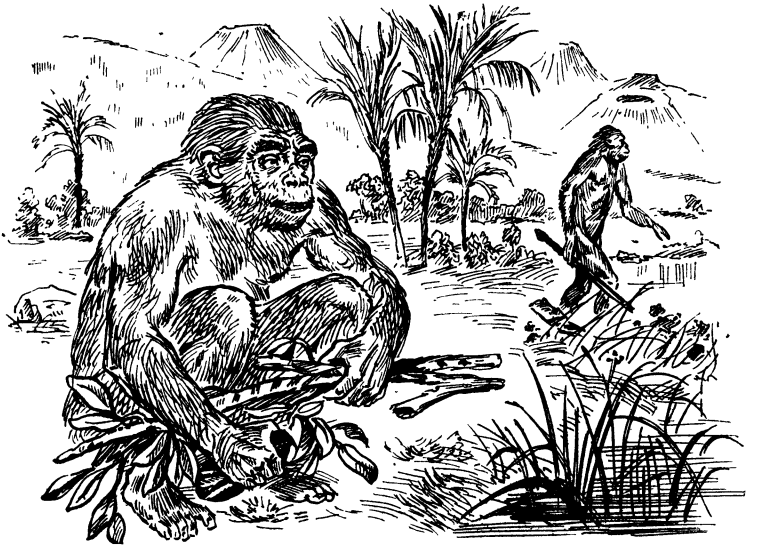
Одновременно с ранними людьми 20 тысяч лет назад на о. Ява жили питекантропы (обезьянолюди), очень похожие на ранних людей. Небольшими стадами бродили питекантропы по степям и лесам в поисках пищи. Они ели плоды, коренья, охотились на небольших животных. Из обломков камней изготовляли себе орудия труда: скребки, сверла.

Заостряя палки, питекантропы изготовляли примитивные копья. Объем их мозга составлял 800—1000 $см^3$. Сильно развитыми были лобные части мозга, что важно для развития высшей нервной деятельности. Развились также зрительная и слуховая области мозга. Питекантропы начали разговаривать.

На территории современного Китая жили синантропы (китайские люди). Получая огонь от пожаров, они сохраняли его в своих стойбищах. Готовили пищу, грелись у костра, защищались от хищников.

На территории современной Европы жили протантро-

пы (первобытные люди). Климат в то время был относительно теплым и влажным. В редких лесах обитали древние слоны, носороги, лошади, свиньи, лоси. Ими питались саблезубые тигры, львы, гиены. Протантропы бродили не-



Питекантропы.

большими стадами вдоль рек. Используя острые палки и каменные орудия, изготовляемые из кварцитовых песчаников, охотились на дичь. Собирали коренья и плоды.

От ранних людей, а возможно, и от очень похожих между собой синантропов и протантропов произошли неандертальцы. Свое имя они получили от долины Неандерталь в Западной Германии, где впервые были обнаружены

их останки. Впоследствии останки неандертальцев были найдены во Франции, Бельгии, Англии, Чехословакии, Испании, СССР, Китае, а также в Африке и на острове Ява.

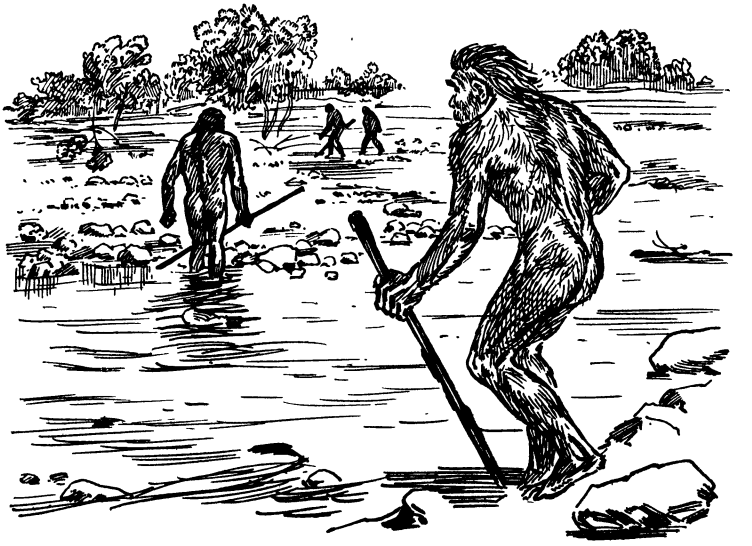
Неандертальцы жили 150 000—350 000 лет назад. У них

Синантропы.

были покатые лбы, низкие черепные коробки, крупные зубы, не отличающиеся по своему строению от зубов современного человека. Средний рост неандертальцев составлял 160 см. Мозг был почти таким же, как у современного человека. Развились теменные, лобные, затылочные и височные части мозга.

Челюсти неандертальцев несколько выступали вперед.

У неандертальцев были широкое и длинное лицо, широкий нос, выпуклые надбровные дуги, маленькие глаза, толстая и короткая шея, массивный позвоночник, узкий таз, короткие берцовые кости. Тело покрывали густые волосы.



Гейдельбергские протантропы.

Жили неандертальцы небольшими группами, охотились на мелких животных, собирали коренья, плоды, ягоды. Орудия и оружие изготовляли из камня. Ручные рубила неандертальцы делали в форме треугольника или овала. Из обломков камней они изготовляли ножи, сверла, скребки с очень острыми лезвиями. Для орудий использовали, как правило, кремень. Иногда их делали из костей или

бивней хищников. Из дерева неандертальцы делали дубины. Обжигая концы ветвей, они получали примитивные копья. Спасаясь от холода, неандертальцы заворачивались в шкуры. Для того, чтобы согреться и защитить себя от

Неандертальцы.

хищников, неандертальцы раскладывали в пещерах огонь. Нередко пещеры занимали пещерные медведи. Неандертальцы факелами изгоняли их, били дубинами, сбрасывали на них сверху камни.

Неандертальцы начали охотиться на крупных животных. Сибирских козлов они загоняли в пропасти, а для носорогов рыли глубокие ямы-ловушки. Для охоты неандертальцы

объединялись в охотничьи группы, следовательно, вынуждены были общаться между собой с помощью речи и жестов. Их речь была очень примитивной и состояла только из простых слов. Истребив вблизи своих жилищ дичь, неандертальцы переходили на новые места, унося с собой шкуры, орудия, оружие.

Продолжительность жизни неандертальцев была небольшая — 30—40 лет, они часто болели. Особенно досаждал им ревматизм, развивавшийся в условиях жизни в холодных, сырых пещерах. Многие гибли от нападения свиней, носорогов. Появились неандертальские племена, охотившиеся на людей.

Неандертальцы хоронили своих умерших сородичей в неглубоких ямах, в которые клали каменные орудия, кости, зубы, рога.

Вполне вероятно, что они верили в потустороннюю жизнь. Перед охотой неандертальцы исполняли обряды: поклонялись черепам животных, на которых собирались охотиться, и др.

Наряду с классическим типом неандертальца около ста тысяч лет назад появляются нетипичные неандертальцы, имевшие более высокий лоб, менее массивный скелет и более гибкий позвоночник.

Резкое изменение физико-географических условий, смена оледенений межледниковыми периодами, а также растительности и животного мира ускорили эволюционный процесс человечества. От нетипичных неандертальцев произошли люди разумные, морфологически ничем не отличавшиеся от современных. Они широко расселились на территории Азии, Африки, Европы, достигли Австралии и Америки. Их назвали кроманьонцами. Впервые скелеты кроманьонцев были найдены в гроте Кроманьон (Франция). Отсюда и произошло их название. Оказалось, что современный человек по своему анатомическому строению почти ничем не отличается от кроманьонца.

Кроманьонцы довольно долго жили рядом с неандер-

тальцами, но впоследствии вытеснили их, перехватывая добычу, пещеры. Между неандертальцами и кроманьонцами, по-видимому, происходили столкновения.

Первые кроманьонцы были охотниками. Они изготовля-

Кроманьонцы.

ли довольно совершенное оружие и орудия труда: костяные копья с каменными наконечниками, луки, стрелы, пращи с каменными ядрами, дубины с острыми зубьями, острые кинжалы из кремня, скребки, рубила, шила, иглы. Мелкие орудия вставляли в костяные рукоятки. Кроманьонцы рыли ямы-ловушки и прикрывали их сверху ветвями и травой, строили изгороди. Для того чтобы незаметно

подобраться к добыче, надевали на себя шкуры животных. Загоняли животных в ямы-ловушки или в пропасти. Бизонов, например, загоняли в воду, где животные становились менее подвижными, а значит, более безопасными для охотников. Мамонтов загоняли в ямы-ловушки или же отделяли от стада, а затем убивали длинными копьями.

Дети и женщины собирали съедобные коренья, плоды. Кроманьонцы научились сушить и коптить мясо, следовательно, в отличие от неандертальцев заготовляли мясо про запас. Они жили в пещерах, а там, где пещер не было, рыли землянки, строили шалаши, жилища из костей мамонтов, носорогов, зубров.

Кроманьонцы научились добывать огонь посредством трения палочек или высекать искры из кремня. У очага находились мастерские, в которых кроманьонцы изготовляли оружие и снаряжение. Поблизости женщины шили одежду. Зимой кроманьонцы кутались в меховые накидки, надевали меховую одежду, застегивавшуюся костяными иглами и застежками. Одежду украшали ракушками, зубами. Кроманьонцы изготовляли браслеты, ожерелья, амулеты. Тело раскрашивали цветной глиной. Умерших кроманьонцев хоронили в глубоких ямах, обкладывали камнями или лопатками мамонтов.

Наскальные рисунки, занимающие иногда десятки и сотни квадратных метров скал и стен пещер, имели прежде всего ритуальное значение.

Были у кроманьонцев и музыкальные инструменты. Барабаны они делали из стволов деревьев или же из лопаток скелета крупных животных. Появились первые флейты из высверленных костей. Исполнялись охотничьи танцы.

Прирученные кроманьонцами дикие собаки помогали им охотиться и оберегали от хищников.

Ледники отступали. Изменялась растительность. На смену грубому, плохо обработанному орудию эпохи кроманьонцев, получившему название палеолита (древние камни), пришло отшлифованное орудие, имевшее правильную

геометрическую форму. Наступает неолит (новые камни).

На месте растаявшего ледника образовалось множество озер. Развивается рыболовство. Человек изобрел удочку и лодку. Некоторые племена строили свои жилища на воде, на высоких сваях. Окруженные водой, они могли не бояться врагов и хищных зверей. Да и за рыбой не нужно было далеко ходить. Все еще большое значение имеет охота.

Постепенно климат становился более сухим, мелели озера. Количество дичи уменьшалось. В засушливые сезоны и зимой пищи не хватало. Люди делали запасы, высушивая рыбу и мясо, собирая съедобные коренья, плоды. Поймав молодых животных, они уже не съедали их, как прежде, а откармливали, с тем чтобы получить больше мяса, шерсти, кожи. Таким образом, сначала животных использовали в качестве своеобразного запаса. Постепенно кроманьонцы начали приручать и разводить животных. Забивали только тех, которые не размножались или давали мало шерсти, мяса, молока. В лесных местностях люди приручали свиней, в степных — коз, овец, лошадей. В Индии приручали коров, буйволов, кур.

Собирая дикие злаки, люди рассыпали зерна. Из рассыпанного зерна произрастали новые растения. Заметив это, люди начали заниматься их выращиванием — земледелием. В междуречье Тигра и Евфрата уже 30 тысяч лет назад люди перешли к оседлому образу жизни, выращивали немало различных видов злаков. В бескрайних степях Европы и Азии в это время развивалось скотоводство. А на севере люди продолжали жить охотой на морского зверя.

Началась историческая эпоха. Развитие человечества происходит благодаря совершенствованию орудий труда, жилищ, одежды, использованию природы для его потребностей. Таким образом, на смену биологической эволюции пришла социальная. Неуклонное совершенствование орудий труда стало определяющим в развитии человеческого общества.

ДНО МОРЯ В СИЛУРЕ.
Таблица I

ЛАНДШАФТ ДЕВОНСКОГО ПЕРИОДА.
Таблица II

ЛАНДШАФТ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕРИОДА.
Таблица III

ЛАНДШАФТ ТРИАСОВОГО ПЕРИОДА.
Таблица IV

ЛАНДШАФТ ЮРСКОГО ПЕРИОДА.
Таблица V

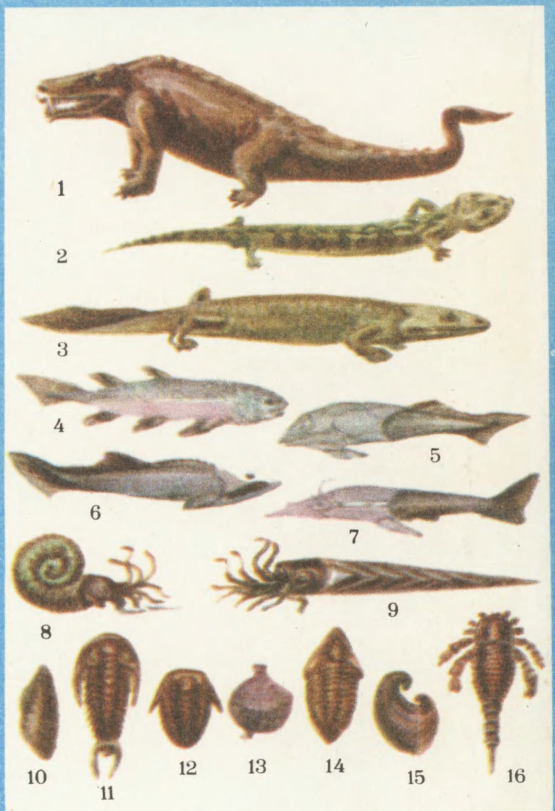
ЛАНДШАФТ МЕЛОВОГО ПЕРИОДА.
Таблица VI

ЛАНДШАФТ ВЕРХНЕМЕЛОВОГО ПЕРИОДА.
Таблица VII

ЛАНДШАФТ ЭОЦЕНА.
Таблица VIII

Стратиграфическая колонка

Эра	Период. Индекс. Продолжительность в млн. лет
Палеозойская	Пермский P 45
	Каменноугольный C 60
	Девонский D 60
	Силурийский S 30
	Ордовикский O 60
	Кембрийский CM 70
Протерозойская	Протерозойский PR 2000
Архейская	Архейский AR 900



1 – иностранцевия
2 – 3 – амфибии
4 – кистеперая рыба
5 – 7 – панцирные рыбы
8 – наутилоидея
9 – ортоцерас
10 – плеченогие
11 – 12 – трилобиты
13 – иглокожие
14 – трилобит
15 – плеченогие
16 – ракоскорпион

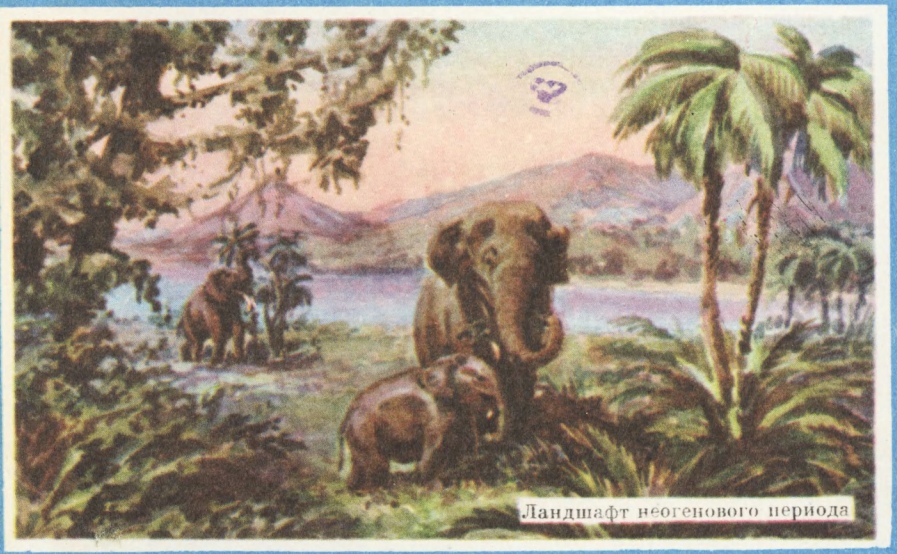
Ландшафт пермского периода

Ландшафт архейского периода

Стратиграфическая колонка		
Эра	Период. Индекс. Продолжительность в млн. лет	
Кайнозойская	Четвертичный Q 1	
	Неогеновый N 30	
	Палеогеновый P 40	
Мезозойская	Меловой K 70	
	Юрский J 60	
	Триасовый T 45	

1 – гигантский олень
2 – риноцерос
3 – мамонт
4 – индрикотерий
5 – саблезубый тигр
6 – туррителла
7 – остреа
8 – вивипарус
9 – динотерий
10 – мастодонт
11 – птеродактиль
12 – стегозавр
13 – бронтозавр
14 – птеранодон
15 – археоптерикс
16 – трематозавр
17 – плезиозавр
18 – ихтиозавр
19 – тиррилитес
20 – авикула
21 – псевдомонотис
22 – стефаноцерас
23 – гиппуритес
24 – вентрикулитес
25 – ехинокорус
26 – шленбахия

Ландшафт четвертичного периода



Ландшафт неогенового периода

Таблица I

Челюстноротая рыба
1

Морские лилии
2

Водоросли
3

Брюхоногий моллюск
4

Ортоцерас
5

Наутилоидея
6

Трилобиты
7

Ракоскорпион
8

Коралл
9

Двустворчатые моллюски
10

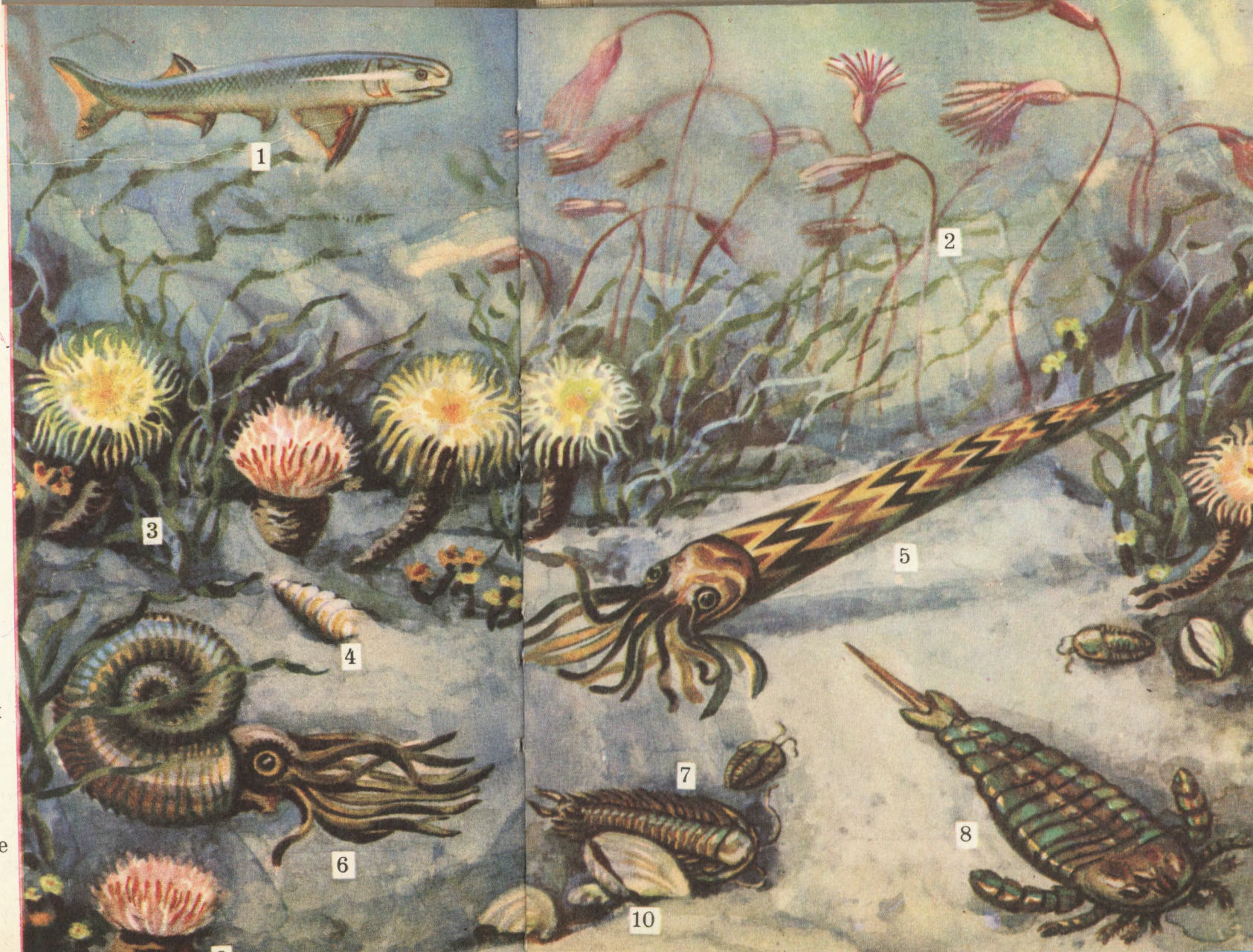


Таблица II

Папоротники
1

Амфибия
2

Псилофитовые
3

Плауновидные
4

Таблица III

Лепидодендрон
1

Сигиллярия
2

Древовидные
папоротники
3

Амфибии
4

Таблица IV

Крокодилы
1

Древовидные папоротники
2

Цикадовые
3

Членисто-стебельные
4

Черепаха
5

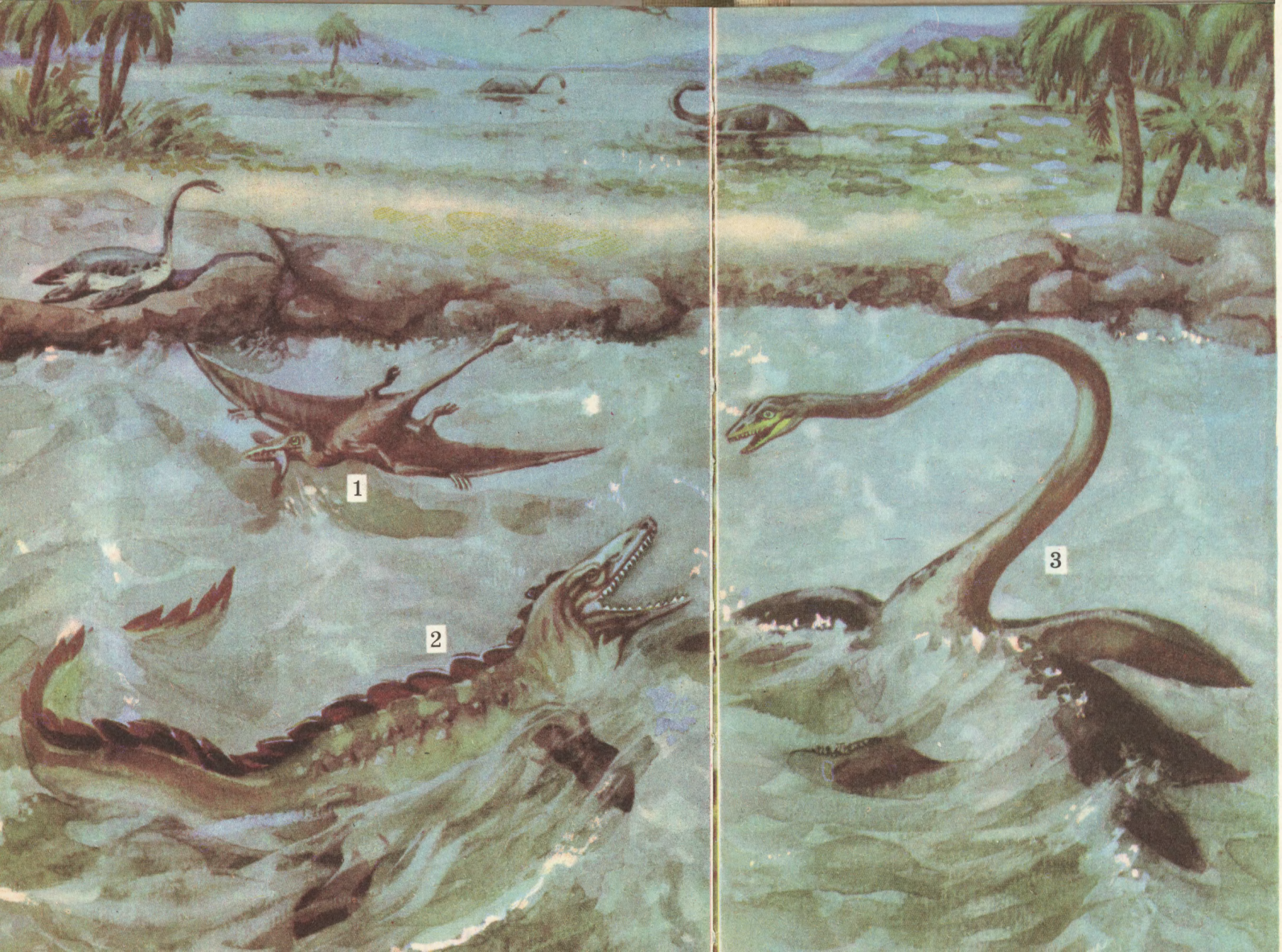


Таблица V

Рамфоринх
1

Ихтиозавр
2

Плезиозавр
3

Таблица VI

Птеранодон
1

Диплодок
2

Древовидные папоротники
3

Стегозавр
4

Травянистые растения
5

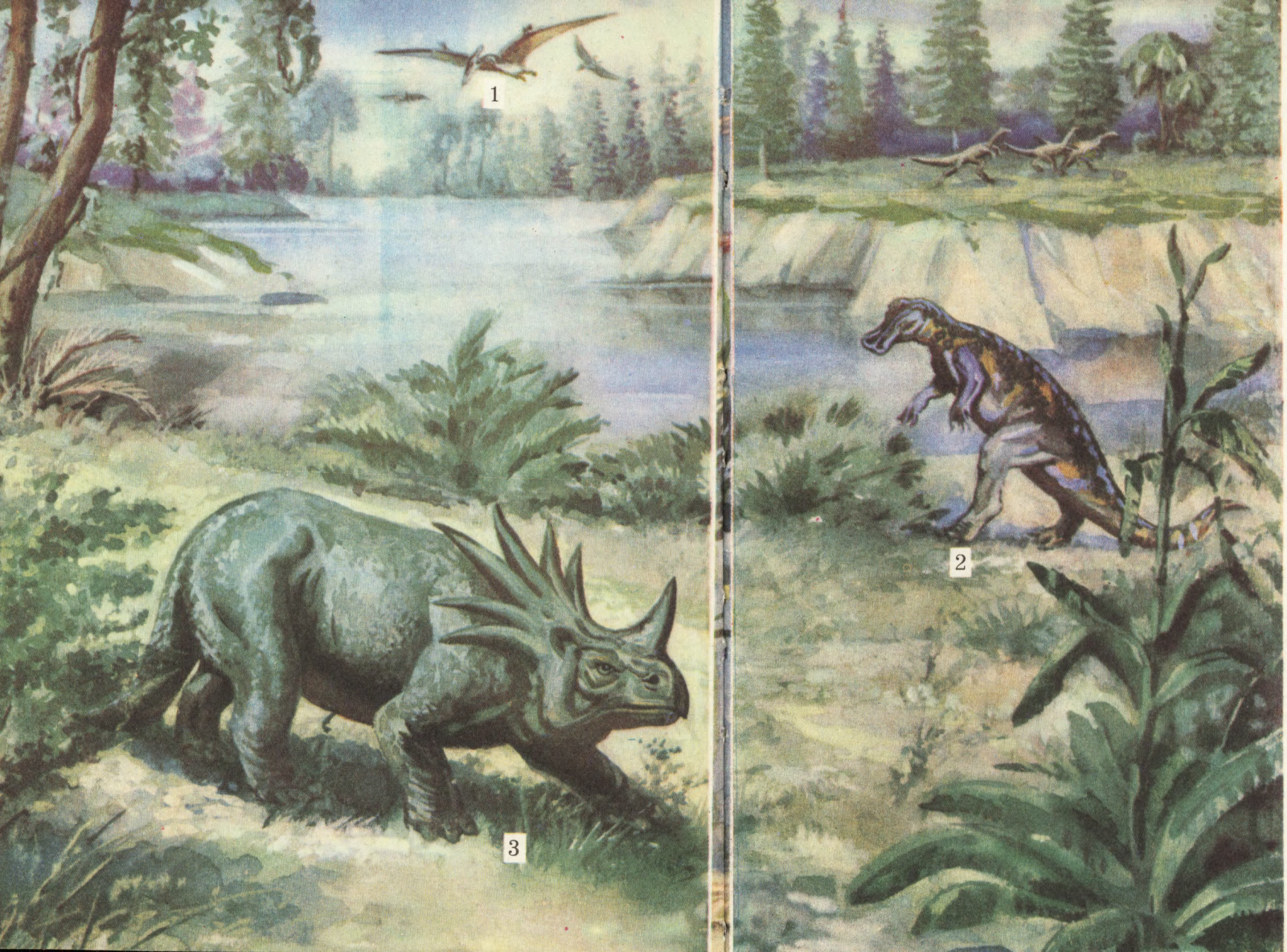


Таблица VII

Птеранодон
1

Траходон
2

Стиракозавр
3

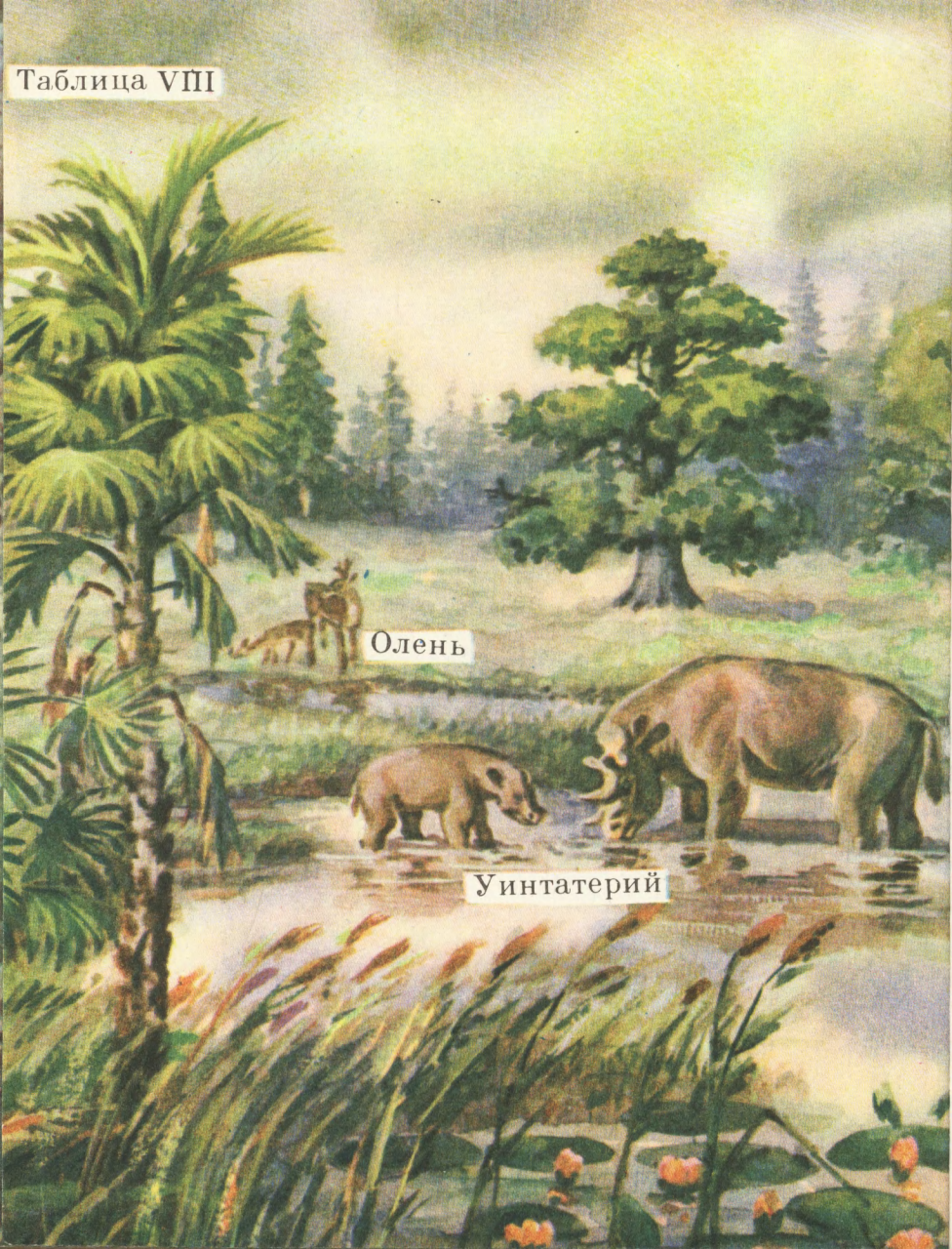


Таблица VIII
Олень
Уинтатерий

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Образование Солнечной системы 6
Метеориты 9
Планета Земля . . . 9
Шесть оболочек Земли . . 10
Экзогенные процессы . . 12
Эндогенные процессы . . 16
Возраст Земли . . . 17
Архейская эра . . . 20
Протерозойская эра . . 22

Палеозойская эра . . . 23
Кембрийский период . 24
Ордовикский период . 29
Силурийский период . 32
Девонский период . . 37
Каменноугольный период 44
Пермский период . . 55

Мезозойская эра . . . 61
Триасовый период . . 61
Юрский период . . 69
Меловой период . . 81

Кайнозойская эра . . . 92
Палеогеновый период . 93
Неогеновый период . . 102
Четвертичный период . 108
Происхождение человека 115

50 к.

РАДЯНСЬКА ШКОЛА